SITZUNGSBERICHTE

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

063
M966m

Digitized by Google

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

THIS ITEM HAS BEEN [illegible]
STANFORD UNIVERSITY [illegible]
REFORMATTING SECTION [illegible]
SUL CATALOG FOR [illegible]

g 1879.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1879.

In Commission bei G. Franz.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

THIS ITEM HAS BEEN MICROFILMED BY
STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
REFORMATTING SECTION 1994. CONSULT
SUL CATALOG FOR LOCATION.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1879.

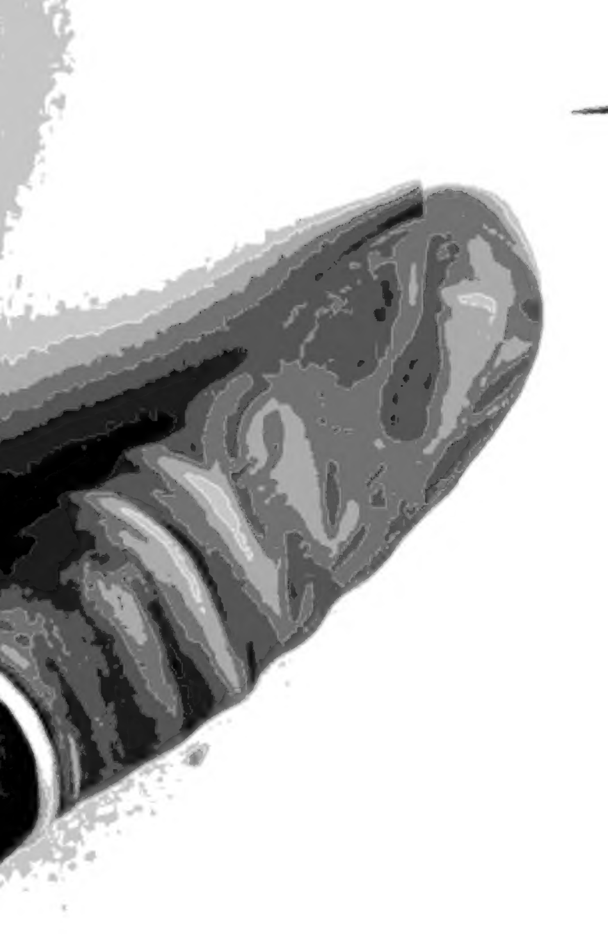
In Commission bei G. Franz.

Digitized by Google

Sitzung

thematisch

k. b. Akade



Band

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

athematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band IX. Jahrgang 1879.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1879.

In Commission bei G. Franz.

Digitized by Google

STANFORD LIBRARY

Digitized by Google

Uebersicht
des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. IX
Jahrgang 1879.

Oeffentliche Sitzung zur Feier des 120. Stiftungstages der k. Akademie am 28. März 1879.

Seite

v. Kobell: Nekrologe 129

Oeffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 25. Juli 1879.

Seite

Neuwahlen 679

Sitzung vom 7. December 1878.

Erlenmeyer: 1) Ueber die beiden isomeren Bromüre $C_3 H_6 B_2$ 1

2) Ueber zwei isomere Säuren von der Zusammensetzung $C_6 H_{10} O_2$ aus Diäthylglycolsäure (Diäthoxalsäure) 17

Sitzung vom 4. Januar 1879.

Vogel: Ueber Säurereaktion der Blüthen 19

v. Jolly: Nachtrag zu Kundts Abhandlung über Drehung der Polarisationsebene in Schwefelkohlenstoff-Dampf 30

Sitzung vom 1. Februar 1879.

v. Schlagintweit-Sakünlünski: Abgabe des Bildes seines ermordeten Bruders Adolph mit erläuternden Worten . . 31

Sitzung vom 1. März 1879.

Gümbel: Geognostische Mittheilungen aus den Alpen 33

v. Beetz: Ueber das Wärmeleitungsvermögen der Flüssigkeiten . 86

Digitized by Google

Sitzung vom 3. Mai 1879.

Seite

v. Pettenkofer: Ueber die Permeabilität des Bodens für Luft von Dr. Friedrich Renk 137
v. Pettenkofer: Ueber den Uebergang von Spaltpilzen in die Luft von Dr. Isidor Soyka 140
v. Jolly: Ueber die electromagnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in den Gasen von A. Kundt und W. C. Röntgen 148
v. Jolly: Ueber allmähliche Ueberführung des Bandenspectrums des Stickstoffes in ein Linienspectrum von A. Wüllner . 171
Vogel: Ueber Absorptionsfähigkeit der Humussubstanzen . . . 208

Nachtrag zur Sitzung vom 1. März 1879.

Gümbel: Ueber Eruptionsmaterial des Schlammvulkans von Paterno am Aetna und der Schlammvulkane im Allgemeinen . . 217

Sitzung vom 3. Mai 1879.

v. Nägeli: Ueber die Fettbildung bei den niederen Pilzen . . 287
v. Jolly: Ueber das Gesetz der Spannkräfte des gesättigten Wasserdampfes von A. Winkelmann 371
v. Pettenkofer: Experimentelle Untersuchungen über Infection mit städtischem und industriellem Abwasser von Dr. Rudolf Emmerich 381
Vogel u. Dr. Wein: Anleitung zur quantitativen Analyse landwirthschaftlich wichtiger Stoffe in praktischen Beispielen 1879 388
v. Nägeli: Ueber die Bewegungen kleinster Körperchen . . . 389

Nachtrag zur Sitzung vom 1. März 1879.

Volhard: Zur Scheidung der Schwermetalle der Schwefelammoniumgruppe von Clemens Zimmermann 317
Volhard: Zur Scheidung und Bestimmung des Mangans . . . 333

zur Sitzung vom 5. Juli 1879.

Radlkofer: Ueber Cupania und damit verwandte Pflanzen . . 457

Einsendungen von Druckschriften . . . . . . 116. 274. 454. 680.

Digitized by Google

STANFORD LIBRARY

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 7. December. 1878.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Erlenmeyer sprach:

1) Ueber die beiden isomeren Bromüre $C_3 H_6 Br_2$.

Vor drei Jahren habe ich an dieser Stelle[1]) die Mittheilung gemacht, dass Herr F. Geromont[2]) in meinem Laboratorium durch Einwirkung von Bromwasserstoff auf Allylbromür unter gewissen Bedingungen[3]) zwei isomere Bromüre von der Zusammensetzung $C_3 H_6 Br_2$ erhalten hat.

Im Verlaufe der Untersuchung erwies sich das eine

---

1) Sitzungsberichte 1875. 1.

2) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 4. (1871) 548. Liebigs Annalen 158. 369.

3) Bei 0° gesättigte Bromwasserstoffsäure wurde mit Allylbromür im zugeschmolzenen Rohre 10—15 Minuten im Wasserbad erhitzt.

Digitized by Google

STANFORD LIBRARY

dieser Bromüre als identisch mit dem längst bekannten Propylenbromür: C H_3

C H Br

C H_2 Br

während sich für das isomere die Constitution:

C H_2 Br

C H_2

C H_2 Br

ergab. Dieses letztere wurde demgemäss als Trimethylenbromür bezeichnet. Ein Jahr später wurde von Reboul[1]) das Trimethylenbromür noch einmal unter dem Namen Bromhydrat des Allylbromürs entdeckt. Auch Reboul erhielt anfänglich, als er auf Allylbromür eine bei + 6° gesättigte wässerige Lösung von Br H einwirken liess, die beiden isomeren Bromüre nebeneinander; dann fand er aber sozusagen durch Zufall eine Methode, nach welcher nur Trimethylenbromür und kein Propylenbromür gebildet wird. Er beschreibt die Methode a. a. O. wie folgt:

„Man leitet gasförmige Bromwasserstoffsäure in reinen Allylalkohol, der in einem durch kaltes Wasser gekühlten Kolben enthalten ist. Es findet lebhafte Absorption und starke Erwärmung der Flüssigkeit statt, daher die Nothwendigkeit sorgfältig abzukühlen. Nach einiger Zeit trübt sich die Flüssigkeit und scheidet sich dann in zwei Schichten, wobei die Absorption des Gases immer noch fortdauert. Die untere Schicht ist Allylbromür, die obere wässriger, unveränderter Allylalkohol. Die untere Schicht nimmt auf Kosten der oberen fortwährend zu, und es tritt ein Zeitpunkt ein, bei welchem sie leichter als die obere wird und

1) Compt. rend. 74. 613.

Digitized by Google

deren Platz einnimmt. Man unterbricht das Einleiten von Bromwasserstoff, sobald keine Absorption mehr stattfindet, was man leicht an den, nunmehr aus dem Kolben entweichenden Bromwasserstoffdämpfen wahrnimmt. Die untere Schicht (Allyl-Bromür) wird getrennt, gewaschen, getrocknet und destillirt. Man erhält zunächst einen grossen Theil Allylbromür, dann steigt das Thermometer anfänglich langsam, später rascher bis gegen 158° C., wo dann ein anderes Produkt übergeht. Unterwirft man das zwischen 158—168° übergegangene einer ein- bis zweimaligen Rectification, so erhält man schliesslich eine bei 162—164° (corr.) siedende Flüssigkeit. Diese ist das neue Isomere des Propylenbromürs u. s. w."

Da nun das Propylenbromür leicht auf anderem Wege rein erhalten werden kann, das Trimethylenbromür aber als Ausgangspunkt für die Gewinnung einer ganzen Reihe neuer Derivate das höchste Interesse bot, so war es sehr wünschenswerth eine Methode zu besitzen, nach welcher sicher und leicht reines Trimethylenbromür dargestellt werden kann. Obgleich nun Reboul angibt, dass sich nach seiner Methode das von Propylenbromür freie Trimethylenbromür nur in geringer Menge bildet — wesshalb er dieselbe auch später [1]) verlassen und der Methode von Geromont den Vorzug gegeben hat — so habe ich doch, in Gemeinschaft mit Herrn A. Kaysser, einige Versuche angestellt, um zu erfahren, ob in der That nur Trimethylenbromür gebildet wird, wenn man nach dem beschriebenen Verfahren von Reboul arbeitet. In 200 gr. mit Eis gekühlten Allylalkohol wurde Bromwasserstoff eingeleitet. Die Flüssigkeit schied sich allmählich in zwei Schichten, welche nach Verlauf einiger Zeit den Platz tauschten. Da bald darauf keine Absorption mehr stattfand, wurde die Bromürschicht

1) Compt. rend. 76. 1270.

Digitized by Google

mit Kalkwasser entsäuert, mit reinem Wasser gewaschen, getrocknet und destillirt. Die ganze Menge ging beim Siedepunkt des Allylbromürs über. Es war also gar kein Dibromür gebildet worden. Es wurde nun versucht dem Allylalkohol so viel Br H einzuverleiben als zur Bildung eines Dibromürs nöthig ist. Zu dem Ende wurde immer nur solange Br H eingeleitet als kräftige Absorption zu bemerken war. Dann wurde die Flüssigkeit in einer gut verstöpselten Flasche einige Stunden an einem kühlen Orte sich selbst überlassen, wieder eingeleitet und sofort bis absolut keine Aufnahme mehr stattfand. 200 gr. Allylalkohol hatten so 425 gr. statt der für Dibromür berechneten 558 gr. Br H aufgenommen. Die getrennte Bromürschicht wurde wie beim ersten Versuche behandelt und ergab beim Fractioniren neben etwas wenigem Propylenbromür wieder nur Allylbromür aber kein Trimethylenbromür. Bei einem dritten Versuche, wobei das Einleiten von Br H am Abend unterbrochen und am nächsten Morgen zu Ende geführt worden war, demnach die Flüssigkeitsschichten ungefähr 12 Stunden der gegenseitigen Einwirkung ausgesetzt blieben, waren aus 200 gr. Allylalkohol, 378 gr. Allylbromür, 2 gr. Propylenbromür und 2 gr. Trimethylenbromür erhalten worden.

Nach diesen sehr ungünstigen Resultaten wurden nun einige Versuche angestellt, um zu sehen, ob es nicht möglich sei, die Moleküle des Bromwasserstoffs mit den Molekülen des Allylbromürs dadurch in innigere Berührung zu bringen, dass man beide Körper gasförmig zusammenführte und dann das Gasgemisch durch Abkühlen verdichtete. Es schwebte mir dabei freilich auch der Gedanke vor, das Brom würde sich wie bei der Einwirkung von Halogenen auf dampfförmiges Toluol etc. an das wasserstoffreichste Kohlenstoffatom anlagern. Wir schlugen zu diesem Zwecke das folgende Verfahren ein, welches schon in der Inaugural-Dissertation von A. Kaysser[1]) beschrieben worden ist.

1) München bei Th. Ackermann 1875.

Digitized by Google

Trockenes Allylbromür wird in eine tubulirte Retorte gebracht, durch deren Tubulus das mit dem Br H Entwickelungsapparat verbundene Gasleitungsrohr so eingeführt ist, dass es über dem Flüssigkeitsspiegel mündet, die Retorte wird mit einem möglichst langen Kühler verbunden, an welchen eine tubulirte kühl gehaltene Vorlage angefügt ist. Sobald das auf dem Wasserbad erhitzte Allylbromür zu destilliren beginnt, wird trockenes Bromwasserstoffgas eingeleitet, so dass es mit dem dampfförmigen Allylbromür zusammentrifft. Das unverbraucht entweichende Bromwasserstoffgas und mitgerissenes Allylbromür gehen durch den Tubulus der Vorlage in ein mit Wasser gefülltes Gefäss.

Es wurden so 375 gr. Allylbromür wiederholt mit Bromwasserstoffgas destillirt. Nach zweimaliger Destillation blieben in der Retorte schon 185 gr. eines auf dem Wasserbad nicht mehr übergehenden Bromürs, welches herausgenommen wurde. Nach abermals 2 Destillationen blieben 120 gr. und der Rest blieb bei noch weiteren 2 Destillationen bis auf 40 gr. zurück. Alle Rückstände nebst den zuletzt noch übergegangenen 40 gr. Bromür wurden mit Wasserdampf destillirt, die Bromürschicht gewaschen und dann aufs Sorgfältigste vor dem Fractioniren getrocknet. Es wurden daraus bei der fractionirten Destillation 312 gr. Trimethylenbromür, 75 gr. Allylbromür und noch 8 gr. Rückstand erhalten. Die gänzliche Abwesenheit von Propylenbromür wurde noch dadurch nachgewiesen, dass die etwa 6 gr. betragende Fraction von 120—158° mit überschüssigem weingeistigem Kali derart erhitzt wurde, dass das entweichende Gas eine ammoniakalische Kupferchlorürlösung passiren musste. Es entwickelte sich keine Spur von Allylengas; dagegen war der Geruch des Allyläthyläthers unverkennbar zu bemerken. Der Br H Strom reisst eine erhebliche Menge von Allylbromür durch die Vorlage mit sich fort, daher die im Verhältniss zum angewendeten Allylbromür ungünstige Ausbeute an Trimethylenbromür.

Digitized by Google

Statt der wiederholten Destillationen wurde auch versucht, das Allylbromür am aufsteigenden Kühler zu erhitzen, indem ein Strom Br H durch den Apparat geleitet wurde. Das Resultat war ganz das gleiche wie beim zuerst beschriebenen Verfahren. Es sind nach diesen Methoden besonders nach der ersteren mehrere Pfund reines Trimethylenbromür dargestellt worden, und ich hielt es für unzweifelhaft, dass jeder andere Experimentator bei Anwendung unserer Methode gleich günstige Resultate erhalten würde wie wir. Dem war aber nicht so. In dem Laboratorium von Prof. Markownikoff hat Frl. Lermontoff[1]) nach unserer Methode Trimethylenbromür darzustellen versucht, aber es gelang ihr, trotzdem dass die Destillation von 100 gr. Allylbromür in einem constanten Strome trockener Br H Säure achtmal hintereinander wiederholt wurde, niemals, von der angewendeten Menge Allylbromür auch nur $^1/_{10}$ eines Produktes zu bekommen, welches sie als Trimethylenbromür erkennen konnte. Frl. Lermontoff kam danach zu der Ueberzeugung, dass für eine vollständige Umwandlung von Allylbromür in Trimethylenbromür eine weit höhere Temperatur erforderlich sei, was auch mit der von Markownikoff[2]) ausgesprochenen Gesetzmässigkeit in vollkommenem Einklang stehe.

Sie sättigte demgemäss Allylbromür zunächst bei einer

---

1) Markownikoff sagt (Compt. rend. 81. 670):

„Lorsqu' à une molécule non saturée C_n H_m X s'ajoute un autre système moléculaire Y Z à une température basse, l'élément ou le groupe le plus négatif Y se combine avec l'atome de carbone le moins hydrogéné, ou avec celui qui était déjà en liaison directe avec quelque élément négatif; mais, à des températures comparativement plus hautes, c'est l'élément Z, qui se fixe sur le carbone le moins hydrogéné, c'est-à-dire que, pour les mêmes substances, la réaction prend une marche tout à fait, opposée à la première.

2) Liebig's Annalen 182. 358.

Digitized by

Temperatur von — 10 bis — 15° mit trocknem Br H und erhitzte dann in einem zugeschmolzenen Gefäss 24 Stunden lang zwischen 165 und 170°. Es ergab sich, dass die ganze Masse des hochsiedenden Produktes fast vollständig reines Trimethylenbromür mit einer geringen Beimengung von Propylenbromür war. Ein Drittel des Allylbromürs war unverbunden geblieben Für die Umwandlung der ganzen Menge des Allylbromürs genügte es, die Flüssigkeit noch einmal mit Br H zu sättigen und wieder 24 Stunden lang zu erhitzen. Fräulein Lermontoff spricht die Meinung aus, dass wenn es ohne Gefahr von Explosion möglich gewesen wäre, die Temperatur noch höher zu steigern, die geringe Beimengung von Propylenbromür hätte vermieden werden können. Denn bei ihren mehrfach bei verschiedenen Temperaturen angestellten Versuchen habe sich ergeben, dass die Menge des Propylenbromürs mit der Erniedrigung der Temperatur steige.

Es ist nun natürlich, dass ich in Folge dieser Angaben, welche sich mit unseren Erfahrungen nicht in Einklang befanden, zunächst eine gründliche Prüfung unserer Darstellungs-Methode des Trimethylenbromürs vornahm. Es ergab sich dabei sehr bald, dass wir einen für die Höhe der Ausbeute an Trimethylenbromür sehr bedeutsamen Umstand für irrelevant gehalten und desshalb in unserer Beschreibung nicht besonders erwähnt hatten. Wir führten nämlich unsere Destillationen nicht wie Frl Lermontoff hintereinander aus, sondern liessen das Destillat nach jeder Destillation einige Stunden oder gar über Nacht in dem mit Br H gefüllten Apparat bei Zimmertemperatur stehen. So wirkte natürlich sowohl die in dem Allylbromür gelöste als auch die noch gasförmig vorhandene Br H Säure länger als diess bei der Destillation möglich war, auf das Allylbromür ein. Folgende neue Versuche werden diese Verhältnisse deutlich machen.

Digitized by Google

Als wir 180 gr. Allylbromür 6 mal nach einander im Strome von Br H überdestillirt hatten, wurde eine Probe des Destillats herausgenommen und sofort gewaschen, getrocknet und destillirt. Sie enthielt 9 % Trimethylenbromür. Eine zweite Probe des Destillats 12 Stunden in einem mit Glasstöpsel verschlossenen Glase stehen gelassen ergab 15%; eine dritte Probe desselben Destillats 12 Stunden im Apparat stehen gelassen, enthielt 22 % Trimethylenbromür.

Bei einem zweiten Versuche wurden 220 gr. Allylbromür im Br H Strom 4 mal in der Weise destillirt, dass das Destillat nach jeder Destillation 12 Stunden in dem mit Br H angefüllten Apparate belassen wurde. Wir erhielten dann aus dem mit Wasserdampf destillirten und getrockneten Produkt 54 % Trimethylenbromür.

Nach diesen Erfahrungen drängte sich begreiflicherweise die Vermuthung auf, dass die Destillation ganz überflüssig sei, dass es sich nur darum handle, einen Ueberschuss von Br H bei 20—30° C. mit dem Allylbromür eine gewisse Zeit in Berührung zu lassen. Desshalb wurde ein Versuch in folgender Weise ausgeführt. 76 gr. Allylbromür wurden in einen engen Cylinder gebracht, dessen Oeffnung mit einem doppelt durchbohrten paraffinirten Korke verschlossen wurde. Durch die eine Bohrung ging bis auf den Boden des Cylinders das Winkelrohr, welches den Br H zuleitete, durch die andere Bohrung war eine 40cm. lange unter dem Spiegel der Flüssigkeit mündende Steigröhre eingeschoben. Das obere Ende dieser letzteren war mit einem absteigenden Kühler verbunden, an dessen Ausfluss eine U förmige Röhre mit gesättigtem Br H angefügt war. An dieses U Rohr waren mehrere Woulffe'sche Flaschen mit Wasser, (über dessen Spiegel die Verbindungsröhren mündeten,) angehängt.

Es wurde nun die nach der vortrefflichen Methode

Digitized by Google

von Fittig [1]) aus 300 gr. Brom darstellbare Menge von Br H in langsamem Strome durch das Allylbromür geleitet. Als nach etwa 4 Stunden die Br H Entwickelung aufhörte, wurde die Hälfte des in dem Cylinder enthaltenen Produkts sofort mit Wasserdampf destillirt und getrocknet. Die andere Hälfte verblieb über Nacht im Apparat und wurde dann erst weiter verarbeitet. Beide Portionen wogen nach dem Trocknen zusammen 95 gr. Es wurde jede für sich fractionirt und da beide zwischen 159 und 166° übergingen, so enthielten sie weder Propylenbromür noch unverändertes Allylbromür. Vom letzteren waren wie sich leicht berechnen lässt nahezu 21 gr. durch den Br H Strom fortgeführt, die übrigen 55 gr. aber bei einer Temperatur von etwa 30° C. in reines Trimethylenbromür verwandelt worden. Schon wegen jenes Verlustes, aber ganz besonders desshalb weil 6 mal soviel Br H, als zur Ueberführung von 76 gr. Allylbromür in Trimethylenbromür nöthig gewesen wäre, verwendet worden ist, kann diese Methode natürlich keinen Anspruch auf den Namen einer vortheilhaften Darstellungs-Methode des Trimethylenbromürs machen. Der Versuch zeigt aber unzweideutig, 1) dass die von uns angewendete Destillation oder Erhitzung am aufsteigenden Kühler von Allylbromür in einem Strom von Br H überflüssig ist, 2) dass die Bildung von reinem Trimethylenbromür (ohne Beimengung von Propylenbromür) schon bei einer Temperatur von Statten geht, die etwa 140° unter derjenigen liegt, welche Frl. Lermontoff angewendet hat und welche nach ihrer Ansicht noch nicht hoch genug ist, um die Bildung von Propylenbromür vollständig zu vermeiden. Es war hiernach begreiflicher Weise von Interesse, die Lermontoff'sche Methode selbst, bei deren Anwendung 1) kein Allylbromür verloren gehen kann, 2) eine relativ

---

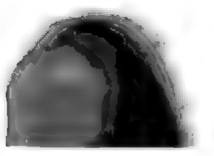
1) Liebigs Annal. 188. 74. Anmerkung.

Digitized by Google

kleine Menge von Br H erforderlich ist, einer Prüfung zu unterwerfen, um zu sehen, ob sie, wie Frl. Lermontoff meint, zu einer vortheilhaften Darstellungsmethode des Trimethylenbromürs geeignet sei.

50 gr. trocknes Allylbromür wurden in einer Einschmelzröhre bei —16 bis —19° mit Br H gesättigt, dann die Röhre zugeschmolzen und 24 Stunden auf 160—170° erhitzt.

Nach dem Oeffnen der Röhre wurde die Flüssigkeit von Neuem bei —16 bis —19° mit Br H gesättigt und wie früher 24 Stunden erhitzt. Der Röhreninhalt wurde dann zunächst mit Wasserdampf destillirt, das Bromür getrocknet und mehrfach fractionirt. Es wurden wieder gewonnen 34,2 gr. Allylbromür und in 100 Theilen des entstandenen Dibromürs waren auf 92,7 Propylenbromür 7,39 Trimethylenbromür enthalten. Bei einem zweiten Versuche wurden 50 gr. Allylbromür zunächst wie beim ersten Versuche behandelt. Nach 24 stündigem Erhitzen wurde der Röhreninhalt auf dem Wasserbad destillirt wobei 37 gr. übergingen. Das Destillat wurde wieder wie vorher mit Br H gesättigt und 8 Stunden bei 160—170° erhitzt; jetzt destillirten 24 gr. auf dem Wasserbad über, welche wieder wie vorher mit Br H gesättigt und 8 Stunden erhitzt wurden. Es gingen dann auf dem Wasserbad noch 15 gr. über. Nach dem Reinigen und Trocknen wurde der Rückstand sammt dem auf dem Wasserbad erhaltenen Destillat mehrfach fractionirt. Wiedergewonnenes Allylbromür 27 gr. Verhältniss von Propylenbromür zu Trimethylenbromür 74,5 : 25,5. Diese Resultate stimmen wenig mit den Angaben von Frl. L. wonach bei einmaligem Sättigen nur ⅓ des Allylbromürs unverbunden bleiben und für die vollständige Umwandlung des Allylbromürs in Dibromür eine zweimalige Sättigung genügen soll. Diese sehr erheblichen Unterschiede der Lermontoff'schen Resultate von den unsrigen kann ich



Digitized by Google

mir nur durch die Annahme erklären, dass die Gefässe in welchen Frl. Lermontoff die Reaction vornahm, über der Flüssigkeit einen sehr grossen freien Raum hatten, der sich mit Br H Gas anfüllen konnte, so dass also ausser der gelösten noch ein bedeutender Ueberschuss von gasförmiger Säure vorhanden war; dann liesse sich auch wohl verstehen, dass Frl. L. ein günstigeres Verhältniss von Trimethylenbromür zu Propylenbromür erhalten hat, als es meine Versuche ergaben.

Da indessen auch unter den Händen des Frl. L. Propylenbromür gebildet wurde und ich mich überzeugt habe, dass die vollständige Trennung der beiden isomeren Bromüre von einander eine sehr häufig wiederholte fractionirte Destillation erfordert, die nicht ohne Verlust durch theilweise Zersetzung auszuführen ist, so habe ich weitere Versuche mit der Lermontoff'schen Methode aufgegeben. Ich glaubte diess um so eher thun zu können, als mir die Erfahrung, welche ich oben mitgetheilt habe bestimmte Fingerzeige für die Ermittelung einer vortheilhaften Darstellungs-Methode von Trimethylenbromür zu bieten schien.

Es handelte sich ja eigentlich nur noch darum, den Verlust an Allylbromür zu vermeiden und die Menge des zu verwendenden Br H möglichst zu verringern. Demgemäss wurde der oben beschriebene Versuch in der Art variirt, dass man die Steigröhre bis über einen Meter verlängerte und immer nur so lange Br H in das Allylbromür einleitete, bis die Blasen am oberen Ende des Steigrohrs zum Vorschein kamen; dann schloss man den Br H Entwickelungs-Apparat ab und wartete bis die Flüssigkeit in dem Steigrohr bis auf das Niveau im Cylinder herabgesunken war. Dazu war nach dem ersten Einleiten resp. Sättigen bei einer Temperatur von 20° eine Zeit von 24 Stunden erforderlich; in derselben Weise wurde noch 5 mal verfahren. Nach dem letzten Einleiten sank aber die Flüssig-

Digitized by Google

keit innerhalb 3 Tagen nur sehr wenig. Der Versuch wurde desshalb unterbrochen, der Cylinderinhalt zunächst auf dem Wasserbad destillirt, wobei 65 gr. übergingen, die nach dem Trocknen wieder in derselben Weise wie oben beschrieben mit Br H behandelt wurden. Nach wieder 6 maligem Einleiten innerhalb 4 Tagen wurde der Versuch beendet. Beim Destilliren auf dem Wasserbad gingen jetzt noch 21 gr. über, welche nicht mehr weiter verarbeitet wurden.

Die beiden Rückstände von den Destillationen auf dem Wasserbade wurden, nach dem Destilliren mit Wasserdampf, getrocknet und 4 mal fractionirt. Es wurden so 90 gr. Trimethylenbromür erhalten. Die erste Fraction von 70—85° betrug noch 12 gr, so dass im Ganzen 66 gr. Allylbromür (ungerechnet den Antheil der vom entweichenden Br H fortgeführt wurde) zur Reaction kamen. Diese hätten liefern müssen 110 gr. Dibromür. Die Fraction von 85—160 etwa 8 gr. betragend, erwies sich als ein Gemenge von Allylbromür und Trimethylenbromür; denn sie lieferte mit überschüssigem weingeistigen Kali erhitzt keine Spur von Allylenkupfer. Zwei weitere Versuche die in ähnlicher Weise jedoch bei einer Temperatur unter 12° angestellt wurden, lieferten eine weniger günstige Ausbeute an Trimethylenbromür und neben diesem etwas Propylenbromür. Ueberdiess war eine grössere Menge von Allylbromür unverbunden geblieben. Man sieht daraus, dass man unter eine gewisse Temperatur nicht herab gehen darf. Diess zeigte sich auch bei der nun folgenden Versuchsreihe.

Nach den bisherigen Erfahrungen hielt ich es für möglich, die Methode so weit zu vereinfachen, dass man die Bildung des Trimethylenbromürs in einem mit gut schliessendem Glasstöpsel versehenen Glase bewerkstelligen könne. Es wurde desshalb Allylbromür in drei solchen Gläsern, die zur Hälfte gefüllt waren bei einer Temperatur

Digitized by Google

von —16 bis —19° C. mit Br H gesättigt. Dann wurde der vollständig **gasdicht** schliessende Stöpsel aufgesetzt und mit einer geeigneten Klammer festgehalten. Die Gläser wurden hierauf aus der Kältemischung herausgenommen; das eine (I.) bei einer Temperatur von 10° im zerstreuten Lichte stehen gelassen, das andere (II.) wurde den directen Sonnenstrahlen, das dritte (III.) wurde im Dunkeln derselben Temperatur (35 – 40°) ausgesetzt, auf welches das in der Sonne stehende durch die Sonnenstrahlen erwärmt wurde. So oft nun von dem aufgelösten und von dem gasförmigen über der Flüssigkeit befindlichen Br H unter den entsprechenden Bedingungen soviel in Verbindung getreten war, dass der Glasstöpsel beim Lüften der Klammer nicht mehr gehoben, sondern eingezogen wurde, sättigte man rasch wieder, unter Abkühlung auf —16 bis —19° C. mit Br H. Versuch II. und III. verliefen im Wesentlichen gleich; nur war die Verbindung des eingeleiteten Br H bei III. meist rascher vollzogen, weil die Temperatur constanter erhalten werden konnte als bei II. in der Sonne, so dass bei III. das Ende der Reaction schon nach 3 Tagen, bei II. aber erst nach 9 Tagen erreicht war. Die Ausbeute an Trimethylenbromür, das in beiden Fällen ganz frei war von Propylenbromür, betrug bei II. 81 % von der theoretischen, bei III. nahezu 100 %. Zunächst ergibt sich aus diesen beiden Versuchen, dass bei II. nicht die Licht-, sondern die Wärmestrahlen der Sonne gewirkt haben.

Versuch I. verlief jedoch ganz anders. Während bei II. in 9 Tagen von 100 gr. Allylbromür 63 gr. Br H gebunden worden waren, hatte in I. dieselbe Menge Allylbromür in derselben Zeit nur 28 gr. aufgenommen. Von den zuletzt eingeleiteten 4 gr. Br H war nach 8 Tage langem Stehen so wenig gebunden worden, dass beim Destilliren auf dem Wasserbade neben 75 gr. Bromür auch Br H Dampf überging. Der Rückstand von dieser Destil-

Digitized by Google

lation zunächst mit Kalkwasser destillirt, dann getrocknet und fractionirt ergab nur 16.5 gr. Trimethylenbromür und nahezu 6 gr. einer Fraction von 137—148° die sehr reich an Propylenbromür war und ausserdem noch 9 gr. Allylbromür.

Man hat demgemäss ohne allen Zweifel die vortheilhafteste Methode der Darstellung von reinem Trimethylenbromür, wenn man nach Versuch III. verfährt.

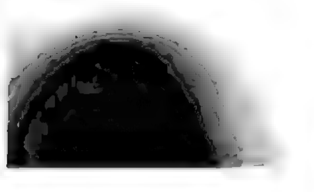
Der Vollständigkeit wegen habe ich auch noch die Methode welche in neuerer Zeit Reboul und die welche Bogomolez für die Darstellung von Trimethylenbromür empfohlen hat, in den Kreis meiner Untersuchung gezogen. Reboul[1]) ist nach vielen Versuchen beim folgenden Verfahren stehen geblieben, welches ihm die beste Ausbeute lieferte. In eine Anzahl von Ballons aus dickem Glas trägt man je 1. Vol. Allylbromür und $3\frac{1}{2}$ Vol. bei + 10° gesättigter wässeriger Lösung von Br H ein, schmilzt die Ballons vor der Lampe zu und erhitzt sie rasch in einem Wasserbad auf 100°. Man lässt sie 15 Minuten im siedenden Wasser verweilen, nimmt sie dann heraus und lässt erkalten. Das gefärbte Oel, welches nahezu das spec. Gewicht der übrig gebliebenen Br H Lösung, hat wird von dieser getrennt, gewaschen, getrocknet und destillirt. So erhielt Reboul von 290 gr. Allylbromür folgende Fractionen:

a) 160—165 gr. von 70—140°, b) 30 gr. von 140—160°.
c) 25 gr. 160 — 163°, d) 135 gr. von 163—170°,
e) 25 gr. 170—185°.

Die letzte Fraction ging bei neuer Destillation fast ganz von 163 bis 170° über und wurde mit d vereinigt.

Bei der weiteren Reinigung durch fractionirte Destillation wurden 160 gr Trimethylenbromür vom Siedepunkt 163—165° (corr), und 50—55 gr. einer Mischung vom

1) Annal. chim. phys. [5] 14. 470.



Digitized by Google

Siedepunkt 143—163 erhalten, aus welcher man noch eine gewisse Quantität gewöhnliches Propylenbromür isoliren konnte. Mehrere andere Operationen ergaben nahezu dieselbe Ausbeute.

Bei einem Versuch, der mit 40 gr. Allylbromür, genau nach der Vorschrift Reboul's ausgeführt wurde sind nach mehrfachem Destilliren folgende Fractionen erhalten worden:

a) 23.8 gr. von 67—75°, b) 0 gr. von 75—130°, c) 3.4 gr. 130—152°, d) 7.2 gr. 152—170°.

Nach diesem Versuche ist, wie es scheint, das Verhältniss der Dibromüre zum unveränderten Allylbromür weniger günstig, aber das Verhältniss von Trimethylenbromür zu Propylenbromür scheint dasselbe oder ein noch besseres zu sein, als bei Reboul's eigenen Versuchen. Doch lässt sich das Letztere nicht entscheiden, da Reboul die Fraction bis 140° nicht weiter verarbeitet hat.

Die Methode ist indess, abgesehen von der grösseren Zahl von Operationen, welche sie erheischt, schon desshalb umständlicher als die meinige, weil das Product ein Gemenge ist von den beiden Dibromüren mit noch unverändertem Allylbromür.

„Bogomolez empfiehlt" wie es in einer Correspondenz der Berichte der deutschen chem. Gesellschaft[1]) heisst, „zur Darstellung des Trimethylenbromürs Allylbromür mit bei 0° gesättigter wässeriger Br H in zugeschmolzenen Röhren 3—4 Stunden lang auf 150° zu erhitzen. Dieses Verfahren soll beinahe absolut reines Trimethylenbromür und nur äusserst wenig unverändertes Allylbromür nebst über 160° siedendem Product geben".

Bei zwei Versuchen mit je 20 gr. Allylbromür wurden bei Anwendung von 50 gr. bei 0° gesättigter Br H Säure

1) 11 (1878) 1257.

Digitized by Google

14,2 gr., bei Anwendung von 60 gr. derselben Säure 15,3 gr. einer Fraction von 138—148°, sowie resp. 3,6 gr. und 4,9 gr. einer Fraction von 148—168° erhalten. Kleine Mengen der resp. Fractionen 138—148 gaben bedeutende Niederschläge von Allylenkupfer. Hiernach scheinen die entstandenen Producte mehr Propylenbromür als Trimethylenbromür enthalten zu haben, so dass auch dieses Verfahren sich kaum zu einer vortheilhaften Darstellungsmethode von Trimethylenbromür eignen dürfte. Zum Schlusse will ich noch erwähnen, dass ich eine Reihe von Versuchen bei An- und bei Abwesenheit von Allylbromür und von Bromwasserstoff angestellt habe, um zu erfahren, ob unter gewissen Bedingungen, besonders bei höheren Temperaturen Trimethylenbromür in Propylenbromür oder dieses in jenes umgewandelt wird. Es liess sich aber in keinem Fall die Umwandlung auch nur eines kleinen Bruchtheils des einen in das andere Dibromür constatiren.

Nachdem ich jetzt eine sehr grosse Anzahl von Versuchen von welchen ich nur wenige oben beschrieben habe, in ihrem ganzen Verlaufe zu beobachten Gelegenheit hatte, glaube ich folgende Erfahrungssätze aussprechen zu können:

1) Die günstigsten Bedingungen für die Trimethylenbromürbildung sind
   a) Erhaltung des grösstmöglichen Verhältnisses von trockener Bromwasserstoffsäure zu trocknem Allylbromür, bis die Reaction beendigt ist oder unterbrochen wird.
   b) Eine Temperatur von 30—40° C.
2) Es wird um so mehr Propylenbromür gebildet, je verdünnter der Bromwasserstoff — durch Wasser oder durch schon gebildetes Trimethylenbromür — auf Allylbromür einwirkt. Wenn die durch anfängliche Trimethyllenbromürbildung hervorgebrachte Verdünnung einen gewissen Grad erreicht hat, so tritt aller

noch vorhandene Br H, und zwar bei niedriger Temperatur sehr langsam, bei hoher Temperatur ziemlich rasch, nur Propylenbromür bildend mit dem Allylbromür in Verbindung.

3) Auch bei Temperaturen zwischen 0 und 30° sowie über 100° wird in hinreichend concentrirten Br H Lösungen immer zuerst Trimethylenbromür gebildet; — die Propylenbromürbildung scheint jedoch bei niedrigen Temperaturen schon in weniger verdünnten Br H Lösungen als bei hohen Temperaturen zu beginnen.

Die Anlagerung des Bromwasserstoffs an das Allylbromür im Sinne der Trimethylenbromürbildung ist demnach nicht sowohl durch die höhere Temperatur, wie Markownikoff meint, sondern vielmehr durch die grössere Masse von Bromwasserstoff bedingt, welche dem Allylbromür dargeboten wird.

---

2) Ueber zwei isomere Säuren von der Zusammensetzung $C_6 H_{10} O_2$ aus Diäthylglycolsäure. (Diäthoxalsäure.)

(Vorläufige Notiz.)

Bei weiterer Verfolgung meiner Untersuchungen über die Hydroxysäuren der Fettreihe hat sich ergeben, dass sich aus Diäthylglycolsäure durch trockne Destillation eine von der Aethylcrotonsäure von Frankland und Duppa verschiedene mit dieser isomere Säure bildet. Während die Aethylcrotonsäure leicht in schönen bei 42° schmelzenden Krystallen erhalten werden kann, stellt die isomere Säure ein bei 198° siedendes Oel dar, das selbst bei —18° *nicht* fest wird und ganz andere Salze bildet, aus welchen sie sich unverändert wieder abscheiden lässt.

Digitized by Google

Bringt man aber die ölige Säure mit rauchender Bromwasserstoffsäure zusammen, so verwandelt sie sich alsbald in die feste Aethylcrotonsäure. Dieselbe Umwandlung erfährt sie, wenn man sie mit verdünnter Schwefelsäure erhitzt, desshalb lässt sie sich auch nicht als solche mit einem Gemisch von chromsaurem Kali und Schwefelsäure oxydiren. Wenn sie mit einem solchen Gemisch erhitzt wird, so verwandelt sie sich zunächst in Aethylcrotonsäure. Bringt man die ölige Säure mit Kalihydrat, das in möglichst wenig Wasser gelöst ist zusammen, so bildet sich eine Seife, die beim Erhitzen eine grüne Farbe annimmt. Zersetzt man dann eine Probe mit Schwefelsäure, so erhält man die unveränderte ölige Säure wieder. Erhitzt man aber die grüne Seife weiter, so verliert sich die seifenartige Beschaffenheit und die grüne Farbe, und die farblose Masse schmilzt schliesslich ganz ruhig. Sie enthält jetzt das Kaliumsalz der Aethylcrotonsäure, das sich bei weiterem Schmelzen wie es Frankland und Duppa schon angegeben haben in buttersaures und essigsaures Salz spaltet.

Digitized by Google

Sitzung vom 4. Januar 1879.

Herr Vogel trägt vor:

„Ueber Säurereaktion der Blüthen".

Nach den Angaben von Fremy u. Cloez [1]) zeigen die Säfte aller rothen oder rosarothen Blüthen saure Reaktion, während die Säfte der blauen Blüthen immer neutral, mitunter sogar schwach alkalisch reagiren. Zu diesem Resultate sind sie durch die Untersuchung der meisten im Pariser Museum gezogenen rothen und blauen Blumen gelangt, — eine Ansicht, die in die Lehrbücher der Agriculturchemie übergegangen ist.

Hiedurch habe ich Veranlassung genommen, eine grössere Menge verschieden gefärbter Blüthen in dieser Hinsicht zu untersuchen, zunächst nur desshalb, um mich von der Richtigkeit der behaupteten Thatsache durch persönliche Anschauung zu überzeugen. Auf mein Ansuchen hat Herr Professor Dr. L. Raab eine grössere Reihe verschieden gefärbter Blüthen auf ihre Reaktionsverhältnisse geprüft.

1) Journal für praktische Chemie B. 62. S. 269.

Digitized by Google

Im Ganzen sind 100 Arten nämlich 39 blaue, 44 rothe, 6 violette und als ergänzend oder zufällig 8 gelbe und 3 weisse Blüthen untersucht worden. Die Resultate der Beobachtungen finden sich im Folgenden übersichtlich zusammengestellt. Hiezu mag noch bemerkt werden, dass ungefähr die Hälfte (alle mit * bezeichneten) Blüthen Gartenpflanzen sind, die übrigen dagegen der Flora angehören. Was die sauren Reaktionen betrifft, so ist zu erwähnen, dass dieselben nicht in allen Fällen immer gleich entschieden deutlich auftreten; die Röthung des empfindlichen blauen Lakmuspapieres zeigt sich in sehr wechselnden Abstufungen. Am auffallendsten und stärksten erscheint die saure Reaktion bei hochrothen und mennigrothen Blüthen, nicht minder bei den nebenbei in den Kreis der Untersuchung gezogenen gelben und weissen Blüthen. Die sauere Reaktion der blauen, theilweise auch der violetten, besonders der blauvioletten Blüthen ist bedeutend schwächer, als der hochrothen, aber immer noch deutlich. Eine vollkommen neutrale oder sogar schwach alkalische Reaktion haben wir in allen hier aufgeführten Proben vorzugsweise nur an blauen Blüthen zu beobachten Gelegenheit gehabt, und zwar in 10 Beispielen. Dagegen aber auch bei drei violetten und rothen Blüthen, nämlich bei Campanula repunculoides (hellviolett), Prismatocarpus Speculum (purpurviolett) und was das Auffallendste ist bei den hochrothen Flügeln von Pisum sativum.

Es folgt nun die übersichtliche Zusammenstellung der bisher ausgeführten Versuchsproben.

Blaue Blüthen.
(Reaktion sauer.)

*Aconitum Napellus (dunkelblau).
*Ageratum imperial dwarf (blau).
*Borago officinalis (lasurblau).
*Campanula pyramydalis (himmelblau).

Digitized by Google

Campanula persicifolia (hellblau).
Cichorium Intybus (himmelblau).
*Cineraria hybrida (dunkelblau).
Centaurea Iyanus (himmelblau).
*Convolvulus Mauritianus (hellblau).
Cynoglossum officinale (lasurblau).
Delphinium Consolida (blau).
*Delphinium formosum (dunkelblau) schwach sauer.
Echium vulgare (blau).
*Heliotropium peruvianum (blau).
Medicago sativa (blau).
Myosotis palustris (himmelblau).
*Nigella damascena (hellblau).
Polygala amara (blau).
Prunella vulgaris (blau).
Salvia pratensis (veilchenblau).
Succisa pratensis (blau).
*Tradescantia virginica (blau).
Veronica triphyllos (blau).
*Viola cornuta (hellblau).
*Viola tricolor maxima (hellblau).
*Vinca minor (hellblau).
Veronica Chamaedrys (schön blau).
Veronica agrestis (weiss und blau).

Violette Blüthen.

(Sauere Reaktion.)

*Hesperis matronalis (lila).
Linaria Cymbalaria (hellviolett).
Solanum Dulcamara (violett).
*Viola tricolor maxima (dunkelviolett).

Rothe Blüthen.
(Sauere Reaktion.)

Achillea Millefolium Varietät: rosa.
Anagallis arvensis (mennigroth).
*Azalea pontica (roth).
*Celosia cristata (dunkelroth).
Centaurea Scabiosa (purpurroth).
*Clarkia pulchella (roth).
Convolvulus arvensis (rosa).
Coronilla varia (rosa und weiss).
*Cuphea miniata (roth).
*Cyclamen europaeum (rosa).
Dianthus Carthusianorum (blutroth).
*Diclytra spectabilis (rosa).
*Digitalis purpurea (roth).
*Epacris purpurascens (rosa).
*Fuchsia (roth).
Fumaria officinalis (rosa).
Geranium Robertianum (rosa).
*Impatiens Balsamine (roth).
Lamium purpureum (roth).
Lamium maculatum (roth).
*Lantana (roth).
Lychnis Flos cuculi (fleischroth).
Lychnis Githago (purpurroth).
*Lychnis chalcedonica (feuerroth).
Lycium barbarum (purpurroth).
Malva rotundifolia (rosa).
*Metrosideros semperflorens (roth).
Papaver Rhoeas (blutroth).
Papaver somniferum (roth).
Onobrychis sativa (rosa).
Phaseolus multiflorus (hochroth).
*Pelargonium Scarlet (roth).

Digitized by Google

*Rosa centifolia (roth).
*Silene Armeria (roth).
Symphytum officinale (purpurroth) schwach sauer.
Stachys palustris (purpurroth).
Stachys sylvatica (purpurroth).
Thymus Serpyllum (hellroth).
Trifolium agrestis (purpurroth).
*Tropaeolum coccineum (mennigroth.)
*Verbena hybrida (roth).
Verbena officinalis (lieblich blassroth).
*Zinnia elegans (roth).

Blaue Blüthen.

(Alkalische oder neutrale Reaktion.)

Campanula glomerata (veilchenblau).
Campanula rotundifolia (hochblau).
*Convolvulus bicolor (blau und weiss).
*Hyssopus officinalis (blau).
*Linum perenne (blau).
*Linum Syriacum (blau).
*Lobelia erinus (blau).
*Salvia nobilis (blau).
*Verbena hybrida (blau).
*Viola tricolor maxima (dunkelsammetblau).

Violette Blüthen.

(Alkalische oder neutrale Reaktion.)

Campanula rapunculoides (hellviolett).
Prismatocarpus Speculum (purpurviolett).

Rothe Blüthen.

(Alkalische oder neutrale Reaktion.)

Die rothen Flügel von Pisum sativum.

Gelbe Blüthen. (Reaktion sauer.)

Anthemis tinctoria.
*Calceolaria (schwach sauer).
Galium verum.
Lysimachia numularia.
Lotus corniculatus.
Potentilla reptans.
*Rosa centifolia (gelb).
Verbascum nigrum.

Weisse Blüthen. (Reaktion sauer.)

*Borago officinalis. Varietät.
*Rosa centifolia.
Spiraea Ulmaria.

Die vorliegenden Versuche bestätigen die bisher gemachten Erfahrungen, dass man nicht berechtigt ist, die rothe Färbung der Blüthen durch Einwirkung von Säuren resp. saueren Salzen auf blauen Farbstoff herzuleiten oder umgekehrt letzteren dem Einflusse von Alkalien auf rothen Farbstoff zuzuschreiben, obwohl nicht in Abrede gestellt werden kann, dass zwischen gewissen rothen und blauen Pflanzenfarben eine entschiedene Verwandtschaft obwaltet.

Diessbezügliche Versuche lehren vielmehr, dass rothe Blüthenfarbstoffe durch Alkalien nicht in's Blaue sondern ebenso wie die blauen in grüne Nuancen verändert werden. Beispiele hiefür geben: Rosa centifolia, Digitalis purpurea, Pelargonium Scarlet u. a.[1]). Uebrigens lässt sich nach Schübler[2]) manches rothe Blüthenpigment in blaues umändern, wenn man die erhaltene Blüthentinktur zuerst mit verdünnter Salz-Säure und dann mit einer Lösung von Ka-

1) Zu vergl.: A. Vogel, Ueber die Veränderung einiger Blumen- und Blüthenfarben durch Ammoniakgas. Sitzungsberichte der kgl. Akademie d. W. 1870. 8. Jannar S. 14

2) Schweiggers Jahrbuch 1826 Bd. I, S. 285–321.

Digitized by Google

liumkarbonat versetzt. Als Beispiele solcher Blüthenfarben führt derselbe Pelargonium inquinans, Dahlia pinnata und Lotus tetragonolobus an.

Bei seinen weiteren Versuchen über die Blumenfarben fand er, dass durch Einwirkung von Alkalien auf die einfachen und mit Säuren versetzten Blüthentinkturen verschiedene Farbenstufen erhalten werden können, und dass sich auf diese Weise gewisse vegetabilische Farbenspektren darstellen lassen, welche trotz einer Aehnlichkeit mit dem prismatischen Spektrum sich dennoch wesentlich von diesem unterschieden. Schübler stellte zunächst zwei von einander ganz verschiedene Farbenreihen unter den Blüthen auf; dasselbe thaten Decandolle und Macaire. Er liess nemlich sämmtliche Farben aus neutralem Chlorophyll entstehen. Durch Oxydation des Blattgrüns entstand dann die oxidirte oder positive Farbenreihe, welche die gelben Farben in allen Nuancen bis zu gelbroth umschloss (xanthische Farbenreihe); durch Desoxydation wurde die negative Reihe erzeugt, welche die blauen Blüthenfarben in allen Abstufungen bis zum violettroth enthielt. Ferner nahm er an, dass die positive Reihe nie in die negative und diese nie in jene übergehen könne.

Diese an sich geistreiche Theorie wurde ebenso wie die Ansicht Marquart's, nach welcher das Blüthenblau aus dem Blattgrün durch Wasserentziehung und das Blüthengelb durch Wasseraufnahme entstehen sollte als unhaltbar verworfen, wie man überhaupt und mit Unrecht von Seite der Pflanzenphysiologen und Chemiker jede Metamorphose des Chlorophylls in andere Farbstoffe der Blätter und Blüthen läugnete.

So blieb denn auch unser Wissen über die prächtigen und mannigfaltigen aber auch sehr vergänglichen Blüthenfarben äusserst mangelhaft. Soviel war bekannt, dass die rothen und blauen Farbstoffe sich mehr in den äusseren,

Digitized by Google

der Luft zugänglicheren Zellschichten und für gewöhnlich in wässeriger Lösung, als gefärbter Zellsaft befinden, weshalb man sie auch extraktive (in Wasser lösliche) Farbstoffe nannte; die meisten gelben Pigmente dagegen und in Anschluss an diese manche rothe Farben von harziger Natur sind vorzüglich in den tieferen Zellschichten der Blumenblätter, in körniger und ungelöster Form abgelagert.

Auf Grund der Resultate der neueren Untersuchungen in dieser Richtung wird nun mehr Licht in dieses Dunkel gebracht.

Pringsheim[1]) wurde durch die Resultate seiner spektroskopischen Untersuchungen zu der Ueberzeugung gebracht, dass das Chlorophyll nicht aus zwei Farbstoffen zusammengesetzt sei, und dass Etiolin, Anthoxantin und Xanthophyll sowie das Phycoërythrin also die gelbe Farbe der Blüthen und Blätter dem Chlorophyll sehr nahe verwandt sind und daher mit dem Blattgrün in eine Gruppe, nemlich in die der Chlorophyllfarbstoffe gehören.

Auf die Umbildung des Chlorophylls in Xanthophyll (Erythrophyll) machte bereits Mohl aufmerksam, indem ausdauernde Blätter mit jedem Winter einen periodischen Farbenwechsel zeigen und die saftgrüne Farbe einen gelblichen Farbenton annehme.

Die Ursache hievon ist zwar unbekannt, sie hängt jedoch bestimmt mit veränderten Lebensverhältnissen der Pflanzen oder Pflanzentheile zusammen; daher findet sich der (vielleicht durch Reduktion entstandene) gelbe Farbstoff auch an der Stelle der Chlorophyllkörner und ist wie diese unlöslich und harziger Natur.

Berzelius hat ebenfalls nachgewiesen, dass die schön grünen Lösungen des reinen Blattgrüns im Sonnenlichte bald gelb gefärbt werden, indem das Blattgrün sich in ein gelbes Harz umwandele.

1) Chem. Centr. 1876, 217.

Digitized by Google

Ebenso schliesst Liebermann[1]) aus seinen mit dem Spektralapparate gemachten Beobachtungen: dass das Chlorophyll der verschiedenen Pflanzen keine nennenswerthe optische Verschiedenheit zeigt, dass es ein salzartiger Körper sei, aus Chlorophyllsäure und einem basischen Körper bestehend; dass der basische Bestandtheil — das Phyllochromogen — durch Oxydations- und Reduktionsmittel die verschiedenen Farben annehmen kann und die Muttersubstanz der Blumenfarbstoffe sei. Die Bildung des Blüthenfarbstoffes lässt sich so erklären, dass in irgend einer Weise das Chlorophyll gespalten wird und dass das Phyllochromogen durch Oxydation in violetten, blauen oder rothen Blumenfarbstoff verwandelt wird.

Es wird also trotz gegentheiliger Ansichten an der Theorie festzuhalten sein, dass das Chlorophyll mit den Blüthenfarben in engem Zusammenhange stehe.

Die Blumenfarbstoffe erscheinen demnach theils als direkte Erzeugnisse des Pflanzenlebens — Chlorophyllfarbstoff —, theils als Spaltungsprodukte und ihr Hauptcharakter liegt eben in diesem pflanzlichen Ursprung und in der ausgezeichneten Farbe, die sie durch bestimmte Einflüsse annehmen können und welche von der Einwirkung des Sauerstoffes bedingt zu sein scheint.

Die Farbstoffe finden sich auch gewöhnlich an der Oberfläche der Pflanzen in den mit der Luft am meisten in Berührung stehenden Geweben. Möglicher Weise finden sie sich im Innern der Pflanzen bereits als eigene Verbindungen vor, denen nur der nöthige atmosphärische Sauerstoff fehlt, um ihre eigenthümliche Färbung zu erhalten. Persoz wenigstens fand, dass Balsaminenpflanzen eine durch ihre Wurzeln aufgenommene Indigolösung im Innern entfärben und sie erst wieder in den Blättern mit blauer Farbe

1) Wien. Akad. Ber. 72, 599.

Digitized by Google

erscheinen lassen. Hiemit stimmen auch einige mit Eosin angestellte Versuche überein, über welche ich demnächst Näheres zu berichten hoffe. Die durch Spaltungen von Chlorophyll aus Phyllochromogen entstandenen Pigmente — Extraktiv-Farbstoffe — reihen sich entweder den Glykosiden (Quercitrin, Quercetin u. a.) oder jenen der Gerbsäuren (Carminsäure) an. Verglich doch Sachsse den von Baeyer aus Furfurol und Pyrogollussäure dargestellten chlorophyllähnlichen Farbstoff mit Chlorophylllösungen und konstatirte auch eine gewisse Aehnlichkeit in den Absorptionsspektren beider.

Repräsentanten hiefür gewähren uns die Blüthen von Ruta graveolens, Sophora japonica, Aesculum Hippocassanum, Carthamus tinctorius und Monarda didyma, welche letztere nach Belhomme Kochenillefarbstoff enthält.

Wie diese so verhalten sich die meisten pflanzlichen Pigmente und Chromogene in der Art schwacher Säuren. Nach Preisser sollen alle Farbstoffe im gefärbten als farblosen Zustande deutlich sauer reagiren. Im Gegensatze zu den Chlorophyllfarbstoffen finden sich die durch Spaltung des Blattgrüns entstandenen „Extraktiv"-Farbstoffe in der Regel im Zellsafte gelöst und zwar meist in Chlorophylllosen Zellen und sind ziemlich unbeständig.

Es ist dabei natürlich nicht zu verkennen, dass manche Farbstoffe unter bestimmten Einflüssen gewisse Veränderungen im Farbentone oder in der Farbe überhaupt annehmen. Beispiele hiefür gewähren uns die Hortensien und Rosen. Erstere nehmen in eisenhaltiger Erde schön blaue Färbung an, letztere erhalten in Erde, der Russ beigemengt ist, bedeutend lebhafteres Colorit, wesshalb Blumenzüchter hievon praktische Anwendung machen.

Ausser den chemischen Einflüssen, welche pflanzliche Pigmente umzuändern vermögen, haben auf die Entwickelung der mancherlei Blüthenfärbungen lebender Pflanzen noch

Digitized by Google

ganz besonders Licht und wie bereits oben erwähnt atmosphärischer Sauerstoff Einwirkung. Die Blüthen verschiedener Arten aus der Familie der Borragineen (Cynoglossum officinale, Pulmonaria offic., Myosotis palustris, Symphytum offic.) zeigen diess in ausgeprägter Weise.

Manche Blumenblätter sind, solange sie in der Blüthenknospe eingehüllt, grün, erhalten aber bei ihrer Entfaltung im Sonnenlichte allmälig ihre eigenthümliche Farbe.

Aus den mitgetheilten Versuchen ergibt sich ferner als Resultat, dass die bisherige Ansicht, wonach überhaupt alle Pflanzensäfte, auch die Mehrzahl der Blüthensäfte, saure Reaktion zeigen, ziemlich zutreffend sei. Die wenigen Beispiele neutraler oder alkalischer Reaktion der Blüthen dürften beinahe als Ausnahmsfälle zu bezeichnen sein. Unter den 100 untersuchten Blüthensorten finden sich nur 12, welche nicht sauer reagiren. Dagegen lässt es sich nicht als Regel aufstellen, wie Fremy behauptet, dass die Säfte der blauen Blüthen i m m e r neutral reagiren; aus der Zusammenstellung ergibt sich eine grosse Reihe blauer Blüthen mit saurer Reaktion, wenn dieselbe auch im Allgemeinen etwas minder deutlich ist als die saure Reaktion der rothen Blüthen. Von den untersuchten 38 blauen Blüthen zeigen 28 entschieden sauere Reaktion. Einige der rothen Blüthen ergaben, wie aus dem Verzeichniss ersichtlich, sogar neutrale und schwach alkalische Reaktion. Von den untersuchten 53 rothen Blüthensorten reagirten 50 deutlich sauer, 3 neutral oder sogar schwach alkalisch.

Es dürfte von Interesse sein, die Menge des Säuregehaltes der verschiedenen Blüthen durch Titriren zu bestimmen, — eine Arbeit, die auch den Unterschied zwischen Frühlings- und Herbstblüthen herausstellen wird, da die letzteren vorläufig allein zur Untersuchung gelangten. —

Digitized by Google

Herr v. Jolly theilt folgenden Nachtrag mit zu Kundt's Abhandlung über Drehung der Polarisationsebene in Schwefelkohlenstoff-Dampf.

Nach Veröffentlichung der vorstehenden Versuche haben wir den benutzten Apparat dadurch noch verbessert, dass wir dem Eisenrohr (aa in der Figur) eine Länge von 2,4 Meter gaben. Die Glasplatten dd waren nun soweit von den Enden der 6 Drahtrollen entfernt, dass dieselben bei Schluss eines Stromes von 70 grossen Bunsen'schen Elementen eine sichtbare Drehung nicht bewirkten. Eine Wiederholung der Versuche mit Schwefelkohlenstoffdampf gab auch jetzt eine deutliche Drehung der Polarisationsebene.

Ebenso gelang es uns die electromagnetische Drehung in gasförmiger schweflicher Säure bei 100° C. und einem Druck von circa 20 Atmosphären, und in Schwefelwasserstoffgas bei gewöhnlicher Temperatur und etwa 20 Atmosphären zu beobachten.

Bei Luft bis zu 25 Atmosphären konnten wir bisher keine Drehung wahrnehmen. Wir wollen nicht unterlassen zu bemerken dass für die Untersuchung der Drehung in Luft, sich abgesehen davon dass man sehr hohe Drucke anwendet, noch der Weg bietet, die Beobachtungen anzustellen mit polarisirtem Sonnenlicht, welches mit Hülfe von Heliotropen in der Richtung des erdmagnetischen Meridians durch eine lange Strecke der Atmosphäre gesendet wird.

Digitized by Google

Sitzung vom 1. Februar 1879.

Herr **Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski** gibt ein Bild seines Bruders Adolph ab, mit folgenden erläuternden Worten:

Nachdem ich wiederholt Veranlassung hatte, in den Mittheilungen über unsere Untersuchungen [1]) längs getrennter Routen in Indien und nördlich davon in den verschiedenen Gebieten Hochasiens, auch über Ergebnisse zu berichten, die speciell mit den Arbeiten unseres zu Káschgar, 28 Jahre alt, ermordeten Bruders Adolph sich verbinden, sei es mir gestattet, der hohen Classe ein Porträt desselben zu überreichen, das in der hier gebotenen Form für den abschliessenden 4. Band meiner deutschen beschreibenden Bearbeitung der „Reisen“ [2]) bestimmt ist.

---

1) Die allgemeine Zusammenstellung wird gegeben in „Results of a scientific mission to India and High Asia. By Hermann de Schlagintweit-Sakünlünski, Adolphe, and Robert de Schlagintweit. Leipzig, F. A. Brockhaus; London, Trübner and Co.“ — 9 Bände mit Atlas; Vol. I bis Vol. IV, mit 43 Tafeln sind bis jetzt publicirt. Vol. V ist in Arbeit.

2) „Reisen in Indien und Hochasien. Eine Darstellung der Landschaft, der Cultur und der Sitten der Bewohner, in Verbindung mit klimatischen und geologischen Verhältnissen. Jena, Herm. Costenoble.“ 4 Bände, 1869 bis 1879.

Die letzten positiven Nachrichten über sein Schicksal, die nach Europa gelangten, habe ich in meiner Abhandlung vom 6. Februar 1869 der k. Akademie gemeldet [3]).

Das vorliegende Bild wurde für mich, als Original in Lebensgrösse, von Herrn Hofmaler Gräfle ausgeführt, nach Photographien, wie wir deren mehrmals bei Zusammentreffen während der Reise gegenseitig machen konnten; diese jedoch hätten sich, wegen bedeutend kleineren Maassstabes und wegen geringerer Stärke der Tönung, als unmittelbare Vorlagen weniger günstig für die beabsichtigte Art der Vervielfältigung benützen lassen. Die Reproduction ist jetzt photographischer Pressendruck von Herrn J. B. Obernetter.

Bei der Publication wird dem Bilde, nebst den biographischen Angaben: „geb. zu München 9. Januar 1829, ge- „fallen zu Káschgar 26. August 1857", auch ein Autogramm als Facsimile in Zinkographie beigefügt werden.

---

3) „Neue Daten über den Todestag von Adolph von Schlagintweit, nebst Bemerkungen über die mussälmán'sche Zeitrechnung". Sitzungsberichte S. 181—190.

Im vierten Bande der „Reisen" ist ausführliche Mittheilung über seine Wege und Forschungen in Turkistán sowie über sein unglückliches Ende zu Káschgar Gegenstand von Cap. IV.

Digitized by Google

Sitzung am 1. März 1879.

Herr Dr. C. W. Gümbel bespricht:

„Geognostische Mittheilungen aus den Alpen."

V.

Die Pflanzenreste-führenden Sandsteinschichten von Recoaro.

Das grosse wissenschaftliche Interesse, welches sich an die weitere Verbreitung der zahlreichen Pflanzenreste enthaltenden Schichten von Neumarkt in Südtirol für das ganze Alpengebiet knüpft, hat mir die Aufgabe nahe gelegt, zu untersuchen, in welchem Verhältnisse die schon seit langer Zeit bekannten, an Pflanzenversteinerungen reichen Bildungen von Recoaro zu den oben genannten Lagen stehen, und ob wirklich, wie ich es bereits vermuthungsweise ausgesprochen habe, der sog. untere Pflanzen-führende Sandstein von Recoaro, welcher schon von den älteren Forschern unterschieden wurde, als identisch mit dem von Neumarkt anzusehen sei. Ein im letzten Sommer nach Recoaro unternommener Ausflug[1]) hat mir

1) Ich wurde auf dieser Reise von meinen beiden Assistenten Dr. v. Ammon und Dr. Oebbeke begleitet und von denselben bei meinen Untersuchungen förderlich unterstützt.

Digitized by Google

hier die erwünschten Aufschlüsse gegeben, die ich im Folgenden mitzutheilen beabsichtige.

Der reizend gelegene kleine Badeort Recoaro, welcher seit alter Zeit wegen seiner ganz aussergewöhnlich mannigfachen und interessanten geologischen Verhältnisse und durch den vergleichsweise grossen Reichthum an Versteinerungen berühmt ist, gehört wohl zu den am frühesten und eingehendsten untersuchten Gegenden des ganzen Alpengebiets.

Schon 1769 befasste sich Arduino[2]) mit der Beschreibung des vicentinischen Gebirgs und schilderte zuerst im Einzelnen die verschiedenfarbigen Sandsteinlagen, welche unter den Kalkbergen des tiefen Thalkessels von Recoaro sich bemerkbar machen. Er erwähnt selbst die Pflanzenreste, welche in diesen Sandsteinschichten eingebettet liegen und macht sogar schon auf die zahlreichen Muschenversteinerungen des grauen Kalks, die sich daselbst finden, aufmerksam. Fast zu gleicher Zeit beschäftigte sich auch Festari[3]) mit diesen merkwürdigen Gesteinsbildungen der vicentinischen Berge.

Im Anfange dieses Jahrhunderts war es der Vicentiner Fortis, welcher in seiner berühmten Schrift: Mémoires pour servir à l'histoire naturelle et principalement à l'oryctographie de l'Italie"[4]) bereits das Vorkommen von *Terebrateln* und *Encriniten* in dem Kalkstein von Sasso della Limpia bei Recoaro anführt. Eingehender beschäftigte sich Abbé Maraschini (1822—1824) mit den geologischen Verhältnissen des damals schon berühmten Badeortes, woselbst er lebte, in einer mit grosser Sachkenntniss und Aus-

2) Mem. sulle acque minerali di Recoaro e sulla della montagne dalle quali scaturiscano; Gior. d'Italia, Venetia 1775.

3) Saggio di Osservazioni sopra alcune montagne ed alpi altissime del vicentino; Giorno d'Italia, Venezia 1775.

4) Paris 1802 Vol. I p. 10.

Digitized by Google

führlichkeit verfassten Schrift[5]). Darin stellte derselbe bereits eine durch instructive Profilzeichnungen erläuterte Reihenfolge der hier auftretenden Schichtgesteine und der diese durchsetzenden Eruptivmassen auf. Als Basis des ganzen Gebirgs (roccia fundamentale) betrachtet er den von ihm als Talkschiefer bezeichneten Phyllit. Die unmittelbar darauf lagernden Schichten werden nun in folgender Weise bezeichnet:

1) Metassit und Steinkohlen-führender Sandstein, welchen er der Steinkohlenformation zuweist. Es sind diess die tiefsten Schichten, in welchen sich neben der Kohle auch zahlreiche Pflanzenreste vorfinden.

2) Darauf folgt: prima calcaria grigia, von ihm als Zechstein angesehen, dann:

3) Secondo gres rosso oder gres screziatio, welche Sandsteinbildung als unterstes Glied des bunten Sandsteins gedeutet wird.

4) Secondo calcaria grigia, der mit grossem Scharfsinn ganz richtig mit dem deutschen Muschelkalk gleich gestellt wird.

5) Terzo gres rosso, — welcher als Quadersandstein gedeutet wird.

6) Jurakalk mit Dolomit und Kreide.

7) Verschiedene Eruptivgesteine, wie Porphyr, Trachyt und porphyrartig-ausgebildete Dolerite.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass dieser gründliche Beobachter bereits bei den Eruptivmassen streng das Alter berücksichtigt und z. B. scharfsinnig bemerkt, dass gewisse Arten derselben nicht über den sog. Jurakalk hinaus-

---

[5]) Abh. in: Bibliotheca italiana Juni 1877 und „Sulle formazioni delle rocce del Vicentino Saggio geol.“ Padova 1824.

Digitized by Google

reichen, während die Trachyte sich den jüngern Ablagerungen anschliessen und sie durchsetzen.

Diese im grossen Ganzen richtige und nach dem damaligen Standpunkte der Wissenschaftgrade zu bewunderungswürdige Auffassung der geologischen Verhältnisse von Recoaro verdient, obwohl sie von Marzari-Pencati und Catullo[6]) bestritten wurde, unsere volle Anerkennung; sie bildet die Grundlage vieler späteren Forschungen, namentlich jener seines Schülers Pasini in Schio, dann von Trettenero und von Massalongo.

Theilweise bestätigt und theilweise berichtigt wurden diese Beobachtungen Maraschini's als Murchison, L. v. Buch[7]) und Ewald bei Gelegenheit des Besuchs der Naturforscher-Versammlung in Venedig 1847 auch dieses Alpengebiets streiften. Sie stellen dabei richtig, dass der sog. prima calcaria grigia Maraschini's nicht dem Zechstein entspreche, sondern zum bunten Sandstein zu rechnen sei.

Hieran reihen sich Massalongo's erfolgreiche Bemühungen, aus dem Pflanzenreste-führender Lagen bestimmbare Exemplare aufzusammeln und der Art nach festzustellen. Diese Bestimmungen waren der Zutheilung der Schichtenreihe zur Formation des bunten Sandsteins besonders günstig. Es war nämlich, wie de Zigno[8]) berichtet, diesem fleissigen und scharfblickenden Naturforscher, der leider zu frühzeitig der Wissenschaft durch den Tod entrissen wurde, gelungen 50 Exemplare von Pflanzenresten zusammenzubringen, in welcher er 20 verschiedene Arten und Varietäten

---

6) Zoologia fossile (1827) und: Nuov. Annal. d. scienc. nat. d. Bologna" 1846.

7) N. Jahrbuch 1848; S. 53.

8) Sulle plant. fossili del Trias di Recoaro in: Mem. del l'Istituto Veneto di scienceze etc. Vol. XI. 1862.

Digitized by Google

aus den Gruppen der Schachtelhalmen, Bärlappe, Farrn und Coniferen, insbesonders die Gattungen: *Equisetites*, *Caulopteris*, *Aethophyllum*, *Echinostachys*, *Taxodites*, *Araucarites*, *Haidingera* und *Taxites* erkennen zu können glaubte. Da die meisten dieser Pflanzenreste aus dem sog. unteren Pflanzenlager, dessen Schichten Maraschini wegen des Vorkommens von Steinkohle der Carbonformation zugezählt hatte, mit den sonst im Buntsandstein vorkommenden Formen übereinstimmen, oder doch nahe verwandt sind, nahm man als festgestellt an, dass die ganze diese Flora beherbergende Gesteinsreihe der Buntsandsteinformation angehöre. Leider war es Massalongo nicht mehr vergönnt, das Resultat seiner mit so viel Eifer und Geschick begonnenen Studien dieser Pflanzenreste von Recoaro selbst zu veröffentlichen[9]). Zum Glück fand die über diesen Gegenstand vorbereitete Arbeit Massalongo's in de Zigno einen warmen Freund, der sich die Mühe kritischer Ueberarbeitung und der Veröffentlichung mit pietätsvoller Hingebung unterzog.

Diese Publikation de Zigno's führte gleichfalls zu dem Ergebnisse, dass das sog. untere Pflanzenlager von Recoaro dem Buntsandstein, ein oberes dagegen dem Muschelkalk zuzurechnen sei. De Zigno bemerkt sehr scharfsinnig, dass es auffallen werde, unter den aufgezählten Pflanzen des Genus Voltzia, das ja für den Buntsandstein so charakteristisch sei und welches auch von andern Auktoren, wie Catullo und v. Schauroth aus diesen Lager angegeben werde, nicht zufinden. Allein es habe sich Massalongo bei seinen Untersuchungen überzeugt, dass die etwa hieher zu rechnenden Formen von Recoaro besser zu Araucarites zu stellen seien, welcher Annahme auch de Zigno folgen zu müssen glaubt.

---

9) Eine kurze briefliche Mittheilung hierüber findet sich in dem Jahrbuch 1857 S. 7.

Digitized by Google

Aus dem unteren Pflanzenlagen der bunten Sandsteinschichten zählt de Zigno folgende Pflanzenarten von Recoaro auf:

1. *Equisetites Brongniarti (?)* Ung.
2. *Caulopteris (?) Maraschiniana* Mass.
3. *Caulopteris (?) Laeliana* Mass.
4. *Caulopteris Festariana* Mass.
5. *Aethophyllum Faetterlianum* Mass.
6. *Haidingera Schaurotheana* Mass.
7. *Taxites Massalongi* Zign.
8. *Taxites vicentinus* Mass.

Aus den oberen sandig-kalkigem Lagen des Muschelkalkes:

1. *Echinostachys Massalongi* Zign.
2. *Taxodites Saxolympiae* Mass.
3. *Araucarites recubariensis* Mass.
4. *Araucarites Massalongi* Zign.
5. *Araucarites pachyphyllus* Zign.

De Zigno zieht aus der Untersuchung dieser Pflanzenreste folgende geologische Schlüsse:

1) Es finden sich in den Triasschichten von Recoaro zwei verschiedene Floren vertreten, eine des unteren Sandsteins, der unmittelbar auf dem älteren krystallinischen Schiefer aufliegt, und eine der oberen sandig kalkigen Schichten. Die erstere Flora ist durch das Vorkommen von *Equisetices*, *Caulopteris*, *Aethophyllum*, *Haidingera* und *Taxites* charakterisirt, die zweite durch das von *Araucarites* und *Taxodites*. Dieser Unterschied ist durchgreifend und wohl begründet, weil bis jetzt keine einzige Art aufgefunden wurde, welche beiden Lagen gemeinschaftlich wäre.

2) Die Gattungen *Taxites* und *Araucarites*, welche bisher nicht in älteren, als Liasschichten gefunden wurden,

Digitized by Google

kommen und zwar sehr häufig in der Trias von Recoaro vor.

3) Die Entdeckung der Gattungen *Aethophyllum* und *Haidingera* sichern die Zugehörigkeit der Schichten des unteren Pflanzenlagers, trotzdem, dass Maraschini und Andere diese Lagen für Kohlensandstein erklärt haben, zum bunten Sandstein, in Bestätigung der schon 1847 bei der Versammlung in Venedig von den Geologen ausgesprochenen Annahme, dass alle Ablagerungen von Sand- und Kalkstein zwischen dem Glimmerschiefer und dem Jurakalk in den Thälern von Leogra und Agno (mit Recoaro) zu den Triasformationen gehören.

Die spätere Angabe Pirona's[10]) stützt sich ganz auf diese Ausführung de Zigno's.

Auch v. Schauroth hatte sich fast gleichzeitig, wie Massalongo mit der Erforschung der geologischen Verhältnisse Recoaro's befasst. Zwei ausführliche Abhandlungen[11]) machen uns mit den wichtigen Ergebnissen dieser Untersuchungen, an welchen auch der Badearzt Dr. Bologna wesentlichen Antheil hat, bekannt Denselben ist zu entnehmen, dass v. Schauroth die schiefrigen Gebilde, welche die allgemeine Unterlage der Sedimentgesteine bei Recoaro ausmachen, als Glimmerschiefer auffasst, der meist als Talkschiefer ausgebildet, an einigen Lokalitäten auch Uebergänge zu Chloritschiefer und selbst zu Thonschiefer zeige. Derselbe sei fettig anzufühlen, schimmernd

10) Costituzione geologica di Recoaro in: Monografia delle aque miner. delle provinc. Venete.

11) Uebersicht der geogn. Verhältnisse der Gegend von Recoaro in: Sitzungsb. d. math. naturw. Classe d. k. k. Acad. d. Wiss. in Wien Bd. XVII. S. 481 1855 und Kritisches Verzeichniss der Versteinerungen der Trias im Vicentinischen; daselbst Bd. XXXIV. S. 283. 1859.

und durch beigemengte Quarztheilchen ziemlich fest. Erwähnenswerth sei hierbei die Einlagerung von Anthracit, welcher gleich hinter der Königsquelle gegen le Vallette zu, dann an der Strasse nach Fonte Franda und bei Peserino zu Tag ausgehe.

Die unmittelbar auf dem Glimmerschiefer lagernden sandigen Schichten glaubt er der Trias zuweisen zu müssen und kann die ältere Angabe von Rothliegendem und Zechstein nicht bestätigen. Diese Triasschichten beginnen nach v. Schauroth mit einer $^1/_2$—1 m. mächtigen Conglomeratbank, die allerdings einige Aehnlichkeit mit Rothliegendem besitzt, aber nicht, wie dieses aus Fragmenten von Porphyr besteht, sondern aus solchen von Glimmerschiefer und Quarz mit sandigem Bindemittel zusammengesetzt ist. Es folgt darüber eine gegen 9 Meter mächtige Bildung dünnschichtiger Sandsteine, der unten grobkörnig und dunkelroth gefärbt, nach oben feinkörniger und von gelblichweisser Farbe ist. In diesen oberen Lagen kommen Kohlenbrocken und Pflanzenreste in meist sehr schlechtem Erhaltungszustande und desshalb unbestimmbar vor.

Ueber diese Sandsteinbildung beginnen die festen Mergel oder dolomitischen Kalksteine, oft auch mit Sandsteinlagen und glimmerreichem Röth wechselnd. Es machen sich hier z. Th. oolitische Dolomitbänke mit *Turbonilla gracilior* besonders bemerkbar. Die tieferen Schichten enthalten *Posidonomya Clarai*, *Myacitis fassaensis*, *Myophoria ovata* u. s. w. in grosser Menge; stellenweis zeigt sich auch in diesen Lagen eine bis 15 m. mächtige Gypsbildung, wie z. B. in Val del Rotolone, bei Rovegliana, Valli und Tretto. Diese obersten Lagen bilden den Uebergang zu einer zweiten Schichtenreihe des:

Muschelkalkes, welcher durch das Auftreten reinerer, versteinerungsreicher Kalksteinlagen und spärlicher mergeliger Thonschichten sich kenntlich macht. Die organischen

Google

Einschlüsse weisen den Muschenkalkcharakter unzweideutig nach. Auch die dem deutschen Wellenkalk ähnliche Ausbildung der Schichten, das Vorkommen von Hornstein stimmen damit sehr gut überein. Ein mächtiges System dünn geschichteter Kalke — petrographisch vom oberen Muschelkalk Deutchlands kaum zu unterscheiden — beschliesst diese Reihe, die Maraschini als seconda calcarea grigia anführt. Die obersten dieser Kalkplatten nehmen Sand auf, gehen in rothen Mergel über, werden glimmerreich und schiefrig, so dass sich die rothen Gesteine der untern Abtheilung, aber ohne Sandsteinzwischenlagen, nahezu vollständig wiederholen. Es ist diess Maraschini's terzo gres rosso, und für Aequivalente des Quadersandsteins angesehene Schichtenreihe.

v. Schauroth neigt sich der Ansicht zu, dass hierin Repräsentanten des ausseralpinen Keupers anzunehmen seien, aber in einer eigenthümlichen, von der ausseralpinen Ausbildung abweichenden Entwicklung. Nach dieser Auffassung gehören dann die höher lagernden Kalke des Mt. Laste, Mt. Spizze, Cima tre croci, Mt. Sumano u. s. w. dem Jura an.

Aus dem unteren Pflanzenlager beschreibt v. Schauroth nur eine Pflanze näher, nämlich *Palissya Massalongi* n. sp., welche de Zigno in seiner erwähnten Abhandlung als *Taxites Massalongi* anführt, und aus den oberen Lagen *Voltzia heterophylla* var: *brevifolia*, unter welchen ohne Zweifel die *Araucarites (Voltzia) recubariensis* Mass. zu verstehen ist. Soweit v. Schauroth.

Es folgte nun eine längere Pause in der weiteren Erforschung der geologischen Verhältnisse Recoaro's bis 1864 und 1867 Benecke[12]) auf's Neue die Untersuchung wieder

12) Geognostisch-palaeont. Beiträge. I. Bd. Ueber Trias und Jura in den Südalpen II. Bd. Ueber einige Muschelkalk-Ablagerungen der Alpen 1868.

aufnahm. Sein ausserordentlich interessanter Bericht schliesst sich ziemlich eng an die Anschauungen v. Schauroth's an. Auch hier wird das Grundgebirge als Glimmerschiefer bezeichnet, auf dem sich zunächst bunter Sandstein und darüber Muschelkalk lagern. Mit den oberen Schichten des bunten Sandsteins oder Röths werden die Gypsbildungen und die Rauhwacke verbunden und angeführt, dass an vielen Orten diese Lagen einfach bloss durch Rauhwacke ohne Gyps ersetzt sind.

Eingehend werden die Muschelkalklagen besprochen. Die ersten Schichten über den Gypsbildungen nehmen dünnplattige Kalke mit *Encrinus gracilis* und mit einer reichen Muschelkalkfauna ein. Darüber zeigen sich merkwürdiger Weise wieder bunte rothe, grau und grünlich gefärbte Mergel und erst über diesen kommen die schon so lange aus dieser Gegend bekannten sog. Muschelkalkbänke vor, welche den oberen Lagen des deutschen unteren Muschel- oder Wellenkalks gleichstehen.

Was die noch höher lagernden versteinerungsleeren rothen Schichten anbelangt, so fehle jeder Anhaltspunkt zu einem Vergleiche mit der Anhydritgruppe oder dem oberen Muschelkalk. Die zu höchst obenauf ruhenden Kalk- und Dolomitmassen endlich, welche *Megalodon triqueter*, *Turbo solitarius* etc. enthalten, werden von Benecke dem nordalpinen Keuperdolomit (Hauptdolomit) gleich gestellt.

Für die Frage nach den Horizont der die Pflanzenreste beherbergenden Schichten ist die diesem Berichte sich anschliessende phytopaläontologische Arbeit Schenk's[13]) von grösster Wichtigkeit, weil hierbei der Verfasser, obwohl er sich eigentlich auf die Beschreibung der Pflanzenreste des Muschelkalkes speciell beschränkt, Gelegenheit nimmt,

---

13) Gegn.-palaeont. Beiträge von Benecke Bd. II. 1868 S. 71.

Digitized by Google

auch über jene des tieferen Horizontes, aus dem ihm die v. Schauroth'schen Erfunde zur Untersuchung vorlagen, seine Beobachtungen und Ansichten mitzutheilen.

Es ist für die vorliegende Untersuchung zu wichtig, diese Resultate Schenk's kennen zu lernen, als dass wir es uns hier versagen dürften, dieselben in Kürze zu erwähnen. Bezüglich der von de Zigno beschriebenen Arten bemerkt Schenk folgendes:

1) *Equisetites Brongniarti* (?) Ung. lässt wegen schlechter Erhaltung allem Zweifel Raum.

2) Die *Caulopteris*-Arten deuten auf das Vorkommen von Farrnstücken; doch bedarf es hier wiederholter Untersuchungen.

3) *Aethophyllum Faetterlianum* ist nach de Zigno's Abbildung beurtheilt eine Form, die vielleicht einer Entwicklungsstufe von *A. stipulare* angehört.

4) *Haidingera Schaurothiana* ohne Zweifel, eine *Albertia*, bei der es nur fraglich bleibe, ob sie nicht direkt mit der *A. elliptica* zu vereinigen sei.

5) Die *Taxites*-Arten werden so lange zweifelhaft bleiben, bis es gelungen sein wird, dazugehörige Früchte aufzufinden.

Ausserdem bemerkt Schenk nach dem ihm von v. Schauroth[14]) mitgetheilten Materiale in Bezug auf eine als *Equisetum Meriani* bezeichnete Versteinerung, dass dieselbe wohl zu *Schizoneura* gehöre und bezüglich eines als *Aethophyllum speciosum* bezeichneten Fragments, dass zwar grosse Aehnlichkeit mit dieser Art bestehe, dass sie aber ebenso gut andern Ursprungs sein können; dagegen sei eine Form unter diesen Ueberresten, welche er von *Voltzia*

14) Vergleiche: Verzeichniss der Verstein. d. herz. Naturaliencabinets in Coburg 1865 S. 49. 52.

heterophylla des bunten Sandsteins nicht unterscheiden könne.

Als das Gesammtresultat seiner Untersuchung zieht der berühmte Phytopaläontologe den Schluss, dass, obwohl nur *Voltzia heterophylla* direkt mit einer Art des Buntsandsteins des rheinischen Gebiets gemeinsam sei, doch die Flora der unteren Schichten von Recoaro ganz den Eindruck der Zugehörigkeit zu der Buntsandsteinformation mache.

Auf die obere Pflanzenlage, welche ja ganz unzweifelhaft in den Schichten des alpinen Muschelkalks eingebettet ist, hier noch näher einzugehen, liegt zunächst dem Zwecke dieser Mittheilung entfernter; es sei nur beigefügt, dsss nach den Untersuchungen Schenk's nur 2 Arten bei Recoaro darin zu unterscheiden sind, nämlich:

1) *Voltzia recubariensis* = *Araucarites recubariensis* und *Ar. Massalongi* und
2) *Taxodites Saxolympiae*

Weiter ist eine Arbeit von A. v. Lasaulx[15]) hier zu erwähnen, welche sich zwar hauptsächlich auf die Eruptivgesteine des vicentinischen Gebirgs bezieht, in welcher jedoch auch ein flüchtiger Blick auf die Schichtgesteine geworfen wird. Was besonders in letzterer Beziehung hervorgehoben zu werden von Interesse ist, betrifft die krystallinischen Schiefer, welche als Glimmerschiefer aufgefasst werden mit Uebergängen in Talk-, Chlorit- und Thonschiefer, jedoch nicht in der Häufigkeit, wie dieses nach v. Schauroth's Angaben zu erwarten wäre. Das schwarze Gestein an der Fontana regia wird als anthracitische Varietät desselben Schiefers bezeichnet und im Allgemeinen dem ganzen Schiefercomplex ein metamorphischer Ursprung, wie den Gesteinen des Taunus und der Ardennen, zugeschrieben.

15) Zeitsch. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1873. S. 286.

Digitized by Google

Von den zunächst über dem krystallinischen Schiefer auftretenden Sandstein, insbesondere den Pflanzenreste-führenden Lagen in demselben nimmt v. Lasaulx an, dass deren Zugehörigkeit zum Buntsandstein ausser aller Frage gestellt sei. Im Uebrigen enthält diese Mittheilung in Bezug auf die höhern Schichtgesteine nichts Neues, nur ist auffallender Weise noch an der durch Benecke's Nachweis längst berichtigtigten Annahme v. Schauroth's festgehalten, dass die weissen Kalke und Dolomite der höchsten Bergspitzen der Jurabildung entsprechen, während sie doch zur Trias gehören.

Auf Einzelnes werden wir im Verlaufe der Darstellung bei der Erwähnung der Eruptivgesteine zurückzukommen Gelegenheit finden.

In neuerer Zeit hat sich Geh. Rath Beyrich mit der Untersuchung der vicentinischen Gebirge eingehend befasst und auch die Umgegend von Recoaro in den Kreis seiner Beobachtungen gezogen. Leider ist bis jetzt über die Resultate dieser Forschungen noch nichts veröffentlicht worden. In seiner Begleitung hat neuerlichst v. Mojsisovics die Gegend von Recoaro besucht und über die dabei gewonnenen Resultate einen kurzen Bericht[16]) erstattet. Es ist aus demselben zu entnehmen, dass v. Mojsisovics damals (1876) den Sandstein von Recoaro mit sammt dem sog. Grödener Sandstein noch der Formation des Buntsandstein zuzählt, und darüber Kalk- und Dolomitbänke erkennen zu können glaubte, welche den Bellerophonschichten ähnlich seien; dabei hält er es für möglich, dass die bei Recoaro zwischen den Werfener Schichten mit *Monotis Clarai* eingelagerten Kalk- und Dolomitmassen eine Faciesentwicklung andeuten, durch welche die Bellerophonschichten vertreten würden. Die sonst in SO. Tirol so scharf

16) Verh. der k. k. geol. Reichsanst. 1876. S. 238.

ausgeprägten Schichtenreihe der *Naticella costota* soll bei Recoaro fehlen, dagegen aber ein Glied hier besonders mächtig entwickelt sein, das aus braunen flimmernden Kalken, rothen Sandsteinen, schiefrigen Mergel und Conglomeraten bestehend[17]) dem Gestein von Val-Inferna mit den Muschelkalkcephalopoden von Dont entsprechen würde. Wie sich dazu der „Muschelkalk von Recoaro" verhalte, ist hier nicht weiter ausgeführt. Als ein darauf folgendes Glied wird der weisse erzführende Kalk des Monte Spizze angeführt und derselbe als Stellvertreter des „Mendola-Dolomits" mit Cephalopoden von Muscheltypus bezeichnet. Ueber diesem Kalke liegt eine gering mächtige Schichtengruppe, welche den Buchensteiner Schichten gleichgestellt wird. Rothe und graue Knollenkalke, gebänderte Kalkschiefer und grüne Steinmergel (sehr ähnlich der Pietra verde) bilden diese Lagen, in denen sich ein *Ammonit*, identisch oder nahe verwandt mit *A. Reitzi* gefunden hat.

Lager von Porphyrit und Melaphyr in Verbindung mit geschichteten Tuffen bilden im Vicentinischen die Stellvertreter der Wengener Schichten. Ueber dieser sei als Basis der höhern mächtigen Massen des Hauptdolomits eine Zone zerfallener z. Th. oolithisch ausgebildeter Dolomite bemerkbar, wie solche in Südtirol an der Basis der Raibler Schichten vorzukommen pflegen. Auch Gyps findet sich in diesem Niveau. In dieser Region lassen sich die Repräsentanten der Cassianer und mehr nach oben der Raibler Schichten vermuthen. Diese Anschauungen des erfahrenen Kenners der Südtiroler Sedimentgebirge ist um so wichtiger, als solche durch spätere Forschungen,

17) Es soll diese Schichtenreihe identitsch sein mit dem „Keuper" der lompardischen Geologen. V. Schauroth hat sicher unter „Keuper" hier nicht die rothen Schichten unter, sondern ober dem grauen Muschelkalk verstanden, wie später nachgewiesen werden wird.

Digitized by Google

soweit sich diess aus der jüngsten Publikation[18]) entnehmen lässt, keine sehr wesentlichen Aenderungen erfahren haben. Es findet sich nur die Reihenfolge des Muschelkalks hier deutlicher geordnet in der Weise angegeben, dass zu unterst die Schichten mit Muscheln, darüber die Kalke mit *Brachiopoden* und diesen eingeschaltet die Pflanzen-führenden Schiefer und noch höher Gesteine, welche mit den *Cephalopoden*-führenden Schichten von Dont, Val-Inferna und Brags lithologisch übereinstimmen, liegen.

Auch Lepsius hat in seinem neuesten Werke: „Das westliche Südtirol" 1878 vielfach auf die geologischen Verhältnisse Recoaro's Bezug genommen.

Eine erste flüchtige Profilscizze habe ich in meiner III. Mittheilung aus den Alpen gegeben, indem ich mir eingehendere Besprechung vorbehielt, die ich auf Grund der im letzten Sommer vorgenommenen Untersuchungen hier folgen lasse. Es war mir dabei von grossem Gewinn, belehrt durch ausführliche mündliche Mittheilungen Beyrichs, dessen uneigennütziger Güte ich auch Einsicht in die von ihm entworfenen Karteneinzeichnungen verdanke, und begünstigt durch vortreffliches Wetter, einige Tage in Recoaro z. Th. unter Meneguzzo's kundigen Führung der Beantwortung der Frage widmen zu können, ob die aus dem unteren Pflanzenlager von Recoaro stammenden Pflanzen mit den von mir bei Neumarkt entdeckten gleiches geologisches Niveau einnehmen.

Das Ergebniss dieser Untersuchung war für mich ein sehr befriedigendes, indem sich so wohl bezüglich der geologischen Stellung, als in Bezug auf Gesteinbeschaffenheit und Pflanzeneinschlüsse eine Übereinstimmung des sog. unteren Pflanzenlagers von Recoaro mit jenem von Neu-

18) Die Dolomitriffe in Südtirol und Venetien 1878—1879 S. 45, 47, 48; 318 u. s. w.

19) Sitzungsb. der k. bayer. Acad. d. Wiss. in München math.-physic. Cl. 1876 S. 78.

Digitized by Google

markt ergab, wie sie grösser nicht erwartet werden durfte. Ich kann daher nunmehr mit voller Sicherheit aussprechen, dass diese Pflanzen-führenden Schichten sowohl in den Gegenden, in welcher der Bellerophonkalk unmittelbar darüber entwickelt ist, als auch da, wo gelbe dolomitische Lagen den Bellerophonkalk ersetzen, vollständig übereinstimmen und identisch sind.

Dieser geologische Horizont, dessen Schichten wir der Kürze wegen alpinen unteren Voltziensandstein[20]) nennen wollen, scheint sich aber nicht bloss auf die Südalpen zu beschränken, sondern sich weiter auch über die östlichen Gebirge auszudehnen, wie die bahnbrechende Arbeit Heer's[21]) und die Schilderung Boeckh's[22]) über die Pflanzenlager bei Fünfkirchen in Ungarn beweisen, durch welche ganz dieselbe Schichtenreihe festgestellt wurde.

Was zunächst die weitere Verbreitung in den Alpen selbst anbelangt, so erregte das schon seit längerer Zeit bekannte Vorkommen von Pflanzenüberresten bei Collio, die allerdings für Formen des Rothliegenden gelten und die Angaben von Lepsius in dessen vortrefflicher Beschreibung von Judicarien, die Hoffnung, auch hier innigere Beziehungen zwischen den verschiedenen Pflanzenreste-führenden Schichten unterhalb des dort, so ausgezeichnet und typisch entwickelten Muschelkalks und der Claraischichten aufzufinden. Ein allerdings nur flüchtiger Streifzug, den ich nach dem Besuche Recoaro's durch Judicarien, im Val Caffara und del

20) Dieser Bezeichnung steht die des oberen Voltziensandsteins in dem ausseralpinen Röthschichten gegenüber.

21) Ueber permische Pflanzen in V. Bd. der Mitth. aus d. Jahrb. d. ungarischen geol. Anstalt. 1876.

22) Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt in Wien 1874 S. 116 und 1876. S. 25.

Digitized by Google

Freg bei Bagolino, im Val Trompia, bei Collio, von da über Bovegno bis zum Iseosee, durch das Val di Scalve bis Schilpario und Fiume nero, dann über den Venerocolapass ins Veltlin unternahm, um unter dem frischen Eindruck der Erfahrungen bei Recoaro die Verhältnisse in den Bergamasker Alpen in näheren Vergleich zu ziehen, ergab, wie ich in einen späteren Berichte ausführlich darlegen werde, den sicheren Beweis, dass in diesem Gebiete das Pflanzenlager[23]) in dem sog. Rothliegenden durch einen überaus mächtigen Schichtencomplex von jenen Sandsteinlagen getrennt ist, welche nach Lagerung, petrographischer Beschaffenheit und Beziehung zu den auflagernden Claraischichten dem unteren Voltziensandstein von Neumarkt und Recoaro gleich kommen.[24])

Ostwärts stellen die neuesten Untersuchungen Toula's[25]) bei welchen auf Pflanzenreste ähnlich jenen im Grödener Sandstein und auf die Aehnlichkeit gewisser Lagen bei Belogradčik im Balkangebiete mit den Schichten von Fünfkirchen in Ungarn hingewiesen wird, in Aussicht, dass dieser merkwürdige Pflanzenhorizont auch im Balkan aufgefunden

23) Leider ist die Kiste, welche die sämmtlichen von mir gesammelten Belegstücken aus dieser Gegend enthielt, auf dem Transport verloren gegangen.

24) Eine eben beendigte Untersuchung der schwarzen Kalke im Ortlergebiete hat mir das erfreuliche Resultat gegeben, dass ein versteinerungsreiches Lager, das ich genau gegenüber der II. Cantoniera, genannt Casino, am Rande der Strasse über das Wormser Joch im letzten Sommer entdeckte, unter andern jene charakteristischen Foraminiferen-Durchnitte erkennen lässt, welche die Bellerophonkalke so sehr auszeichnen. Es gehört demnach wenigstens ein Theil der schwarzen Kalke des Ortlergebiets, wie jene im Landwasserthal oberhalb Davos in der Schweiz, dem Schichtensystem des Bellerophonkalkes an und wird auch wie dieser von Gyps- und Rauhwackenbildung begleitet.

25) Sitz. d. Acad. d. Wiss. in Wien; math.-naturw. Cl. LXXV. 1877. S. 489 und 504.

werden wird. Es liegt die Vermuthung nahe, dass auch in dem wegen unmittelbarer gleichförmiger Zusammenlagerung und fast gleicher Gesteinsausbildung bisher als ein Ganzes aufgefassten Pflanzenreste- und Kupfererze-führenden Schichtencomplex des Gouvernement Perm sicher eine unseren alpinen Verhältnissen entsprechende Scheidung sich werde vornehmen lassen.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen wende ich mich nun zum Nachweis der besondern Verhältnisse, unter welchen die Pflanzen-führenden Schichten und zwar sowohl die sog. unteren d. h. die der tiefsten Sandsteinlagen, als auch die oberen in den Retzienbänken des Muschelkalkes bei Recoaro auftreten.

Hierbei müssen wir zunächst einen Blick auf die Unterlage werfen.

Die krystallinischen Schiefer bei Recoaro.

Die Ablagerungen jüngerer Sedimentgebilde bei Recoaro unterscheiden sich von jenen der Botzener Gegend dadurch, dass an der Stelle von Porphyr glimmerig glänzender grünlich grauer Schiefer als das, soviel bekannt, älteste Gestein sich verbreitet zeigt. Diese Schiefer werden fast durchweg als Glimmerschiefer bezeichnet. Meine nähern Untersuchungen haben aber gelehrt, dass dieses Gestein mit dem in den meisten älteren Gebirgen und in einem grossen Theil des Centralstockes der Alpen weit verbreiteten archäolithischen Phyllit nahe genug übereinstimmt, um diese Bezeichnung als die entsprechendere in Anwendung zu bringen.

Der allerdings in manchen Varietäten hohe Grad von Glimmerglanz, dann der Uebergang in Abänderungen, welche besonders reich sind an chloritischen Gemengtheilen und endlich das Fettige beim Anfühlen zersetzter Massen lassen

Digitized by Google

es erklärlich erschienen, in dem Gestein Glimmerschiefer mit Uebergängen in Chloritschiefer und Talkschiefer, die in typischer Entwicklung bei Recoaro nicht vorkommen, zu erblicken. Viele Lagen sind sehr quarzreich ohne aber in eigentlichen Quarzitschiefer zu verlaufen. Der Quarz ist vorherrschend in Streifen und linsenförmigen Concretionen in der Phyllitmasse eingebettet und veranlasst, wo er häufig sich einstellt, die auf dem Querbruch besonders deutlich bemerkbaren gekräuselten und zickzackförmigen Faltungen, die den Schiefer auszuzeichnen pflegt. In einzelnen kleinen Putzen und Knötchen vertheilt bewirkt er eine Ausbildung des Phyllit zu einer Art Knotenschiefer und bei gleichzeitiger putzenförmiger Ausscheidung des chloritischen Gemengtheils entstehen Fleckschiefervarietäten.

Die Phyllitnatur wird auch durch die optische und chemische Analyse bestättigt.

Betrachtet man den Schiefer in Dünnschliffen, die parallel zu den Schichtflächen genommen sind, so sieht man die unregelmässig begrenzten wechselnden Lagen der chloritischen und glimmerigen Gemengtheile mit den charakteristischen optischen Erscheinungen, welche diesen Bestandtheilen eigenthümlich sind. Besonders hervorzuheben ist, dass der weisse Glimmer-ähnliche, aber schuppige Gemengtheil sich optisch nicht genau wie weisser Glimmer verhält, indem er immer im p. L. Aggregatfarben zeigt, ausserdem ist er spröde, nicht elastisch biegsam, und bei Anfühlen fettig.

Kleine, dunkelgrüne Nädelchen, die stark dichroitisch sind, scheinen der Hornblende anzugehören. Neben diesen und den quarzigen Beimengen kommen bei starken Vergrösserungen jene merkwürdigen, kleinsten Stäbchen in grosser Menge zum Vorschein, welche zuerst Zirkel in dem Dachthonschiefer entdeckt hat und welche fast in allen Thonschiefer-artigen Gesteinen wiederzukehren pflegen. Bei

den Dünnschliffen der Knottenschiefer tritt eine andere Erscheinung hervor, die bemerkenswerth ist. Die scheinbar aus Quarz bestehenden Knötchen sind nämlich in der Mitte meist fasrigstreifig und von schöner blauer, aber fleckig vertheilter Farbe. Im polarisirten Lichte (i. p. L.) entstehen farbige Ringe um das helle Centrum. Es scheinen daher diese Knötchen aus concentrisch ausgeschiedener Quarzmasse, die um einen Disthenkern sich anlegt, zu bestehen.

Im Dünnschliff senkrecht zur Schichtfläche ziegen sich die grünen und weisslichen Mineralblättchen nicht in regelmässig aushaltenden, sondern in mit einander verflaserten, oft wellig gebogenen Lagen, wobei in den grünen Streifchen die dunklen Staubtheilchen angehäuft sind. Die erwähnten kleinen Nädelchen stehen oft schief, sonst senkrecht zu diesen Streifchen.

Die Analyse des Phyllits, welche Ass. A. Schwager besorgte, ergab folgendes Resultat:

	Ia 100	Ib 16,5%	Ic 48,15%	Id 35,35%	IIa 100	IIb 16,7%	IIc 46,1%	IId 37,3%
Kieselsäure .	52,04	26,06	43,07	77,44	61,50	27,48	45,38	97,76
Thonerde .	26.66	23,03	37,39	13,98	21,98	28,08	37,39	1,81
Eisenoxyd .	2,28	13,63	—	—	2,98	11,97	2,25	—
Eisenoxydul .	6,83	16,97	6,89	1,68	3,97	15,92	2,52	0,18
Kalkerde . .	0,78	0,84	0,12	0,68	0,33	0,98	0,11	0,10
Bittererde .	2,15	7,81	1,48	0,11	1,66	0,22	1,05	Spur
Kali . . .	4,36	0,36	7,19	2,38	3,98	1,37	8,02	0,48
Natron . .	1,61	0,16	1,32	2,82	0,96	0,78	1,50	0,32
Wasser und Glühverlust	3,31	12,12	2,07	0,88	3,04	7,78	1,81	—
Summe	100,02	100,98	99,44	99,97	100,40	100,64	100,03	100,65

Die Analyse I bezieht sich auf den knotigen Phyllit bei der Königsquelle und

Digitized by Google

II auf jenen unter dem Sandstein unterhalb der Kirche St. Giuliana; ferner

a) ist jedesmal die Bauschanalyse,
b) die Analyse des in kalter Salzsäure zersetzten, chloritischen Gemengtheils (Phyllochlorit),
c) jener des durch heisse Schwefelsäure zersetzbaren Glimmer- artigen Gemengtheils (Promicit),
d) jene des Restes.

Der in Salzsäure lösliche Antheil stimmt in der Zusammensetzung ziemlich genau, soweit sich diess bei so mannigfach gemengten Gesteinen erwarten lässt, bei I mit diesem Gemengtheile im Phyllit des Fichtelgebirgs. Ein Theil des ursprünglichen Eisenoxyduls ist dabei bereits in Oxyd umgewandelt; der glimmerartige Gemengtheil I zeichnet sich bei geringem Kieselerdegehalt durch sehr grosse Menge von Thonerde, durch den Eisenoxydulgehalt und die kleine Menge Kali aus und entfernt sich dadurch sowohl vom typischen Kaliglimmer, wie vom Sericit.

Im Rest deutet die grosse Quantität der Kieselsäure auf die Anwesenheit von Quarz in grösserer Menge. Auffallend und schwer zu deuten ist der hohe Gehalt an Natron in diesem Reste, was, wenn man letzteren theilweise wenigstens auf Feldspath beziehen wollte, die Anwesenheit eines Plagioklases anzeigen würde.

In Bezug auf die Ergebnisse der Analyse des Phyllits II von St. Giuliana ist zu bemerken, dass gegen jene bei Phyllit I ein beträchtlicher Unterschied besonders in dem nach der Behandlung mit Salzsäure und Schwefelsäure übrig bleibenden Reste sich ergiebt. Dieser Rest ist entschieden quarzreicher und ärmer an einer vielleicht Feldspath-artigen Beimengung, als der Rest des ersten Phyllits. Dadurch werden auch die Abweichungen bedingt, welche in der Bauschanalyse zum Vorschein kommen. Dagegen stimmen die Mischungverhältnisse des Salzsäure- und Schwefel-

säure-Auszugs beider Phyllite so gut überein, als es sich bei so wechselnd gemengten und z. Th. in sehr verschiedenem Maasse zersetzten Schiefergestein sich erwarten lässt.

Der durch Salzsäure zersetzbare Gemengtheil schliesst sich den chloritischen Beimengungen des Phyllits im Allgemeinen an, wogegen der durch Schwefelsäure zerlegbare Bestandtheil, wie bei den anderem analysirten Phyllite nahe zu die normale Zusammensetzung des Kaliglimmers aufzuweisen hat, jedoch entgegen dem Verhalten des typischen Muscovits in Schwefelsäure ziemlich leicht zersetzbar ist. Dieser weisse glimmerähnliche Gemengtheil verhält sich demnach ähnlieh zum typischen Kaliglimmer und zur Schwefelsäure, wie der chloritische Gemengtheil zum typischen Chlorit und zur Salzsäure. Wegen dieses abweichenden Verhaltens der Gewichtgemengtheile dieses Schiefers kann man denselben weder als Glimmerschiefer, noch als Chloritschiefer bezeichnen; vielmehr gehört derselbe zur grossen Gruppe der Phyllite.

Eine sehr eigenthümliche Einlagerung im Phyllit bilden die z. Th. als Anthracit, z Th. als anthracitischen Schiefer bezeichneten Gesteine, wie sie oberhalb der Königsquelle anstehend beobachtet werden können. Es sind dem Lydit zum Verwechseln ähnliche, flaserig uneben geschichtete schwarze Quarzite, die gewissen silurischen Kieselschiefern so sehr gleichen, dass man mit jedem Schlag einen *Graptalithen* in denselben zu finden hoffen könnte. Aehnliche lyditische Zwischenlagen kommen übrigens auch in ausseralpinen Phyllitgebieten z. B. in der Oberpfalz bei Waldsassen vor.

Die Phyllitschichten werden von zahlreichen Gesteinsgängen durchsetzt, welche theils aus röthlichem, Porphyr-artigen Gestein, theils aus dunkel grünlich schwarzen Masse von Augitophyr-artiger Natur bestehen.

Bezüglich der ersteren werden wir später Gelegenheit finden, da sie bis in die Stufe der weissen Kalke empor-

Digitized by Google

reichen, einige Bemerkungen beizufügen Von den letzteren heben wir in Kürze hervor, dass sie, was wenigstens die nächste Umgebung Recoaro's[26]) betrifft, trotz äusserlich verschiedenen Aussehens doch innerlich eine einheitliche natürliche Gruppe von Eruptivmaterial bilden, die ich nicht durch Zutheilung zu verschiedenen ausseralpinen Gebirgsarten aus einander reissen möchte. Lasaulx[27]) scheint alle die älteren Eruptivgesteine dieser Art dem Melaphyr zuzutheilen. Ihre weit fortgeschrittene Zersetzung und Umbildung, wie sich durch das lebhafte Aufbrausen beim Betupfen mit Säuren zu erkennen giebt und aus der Ausfüllung der Blasenräume mit Chalcaden, Kalkspath und Zeolithen gleichfalls zu entnehmen ist, erschwert, die genauere Festellung der ursprünglichen Gesteinsbeschaffenheit in hohem Grade, so dass ihre Bezeichnung immer eine etwas unsichere bleibt. Was ich bei Recoaro an dunkler, die Phyllite gangförmig durchbrechenden bis zu den Tufflagen über dem Muschelkalk reichenden Eruptivgestein gesehen und untersucht habe, schliesst sich aufs natürlichste an die Eruptivgesteine des nördlichen Gebiets von Gröden und Fassa an, die allerdings bald als Melaphyr, bald als Diabas bezeichnet werden. Lepsius nennt sie Microdiabase.

Die Gesteingänge sind hier meist nicht sehr mächtig, oft mit einem eisenschüssigen Bestege von dem Phyllit getrennt und ohne Einwirkung auf das Nebengestein, so z. B. bei den schönen Gängen unterhalb Recoaro an der Strasse nach Valdagno bei Masi, bei der Gypsgrube unfern Roviglìana, unmittelbar hinter der Königsquelle. Oberhalb Recoaro gegen Zini beobachtete ich ein sehr zersetztes Erup-

26) Den von v. Lasaulx angeführten Basalt von der Mooshütte bei Staro kenne ich nicht, da ich während der Nacht über diesen Pass gegangen bin. a. a. O. S. 297.

27) A. a. O. S. 318 und 322.

tivgestein, welches anscheinend gleichförmig zwischen Phyllitschichten eingelagert, genau genommen jedoch unter sehr spitzen Winkel die Schichten durchschneidet und nach einer Richtung hin zweimal staffelförmig an den Schichten absetzt. Das Eruptivgestein unterhalb Recoaro schliesst sich vermöge seiner reichlichen Augiteinschlüsse an die sog. Diabase des Fassathal's, besitzt jedoch einen von den typischen ausseralpinen Diabasen ganz abweichenden Typus. Die Hauptmasse ist deutlich krystallinisch zusammengesetzt aus Augit und Plagioklasnädelchen, etwas feinkörniger, als das Gestein von Fassathal, grosskörniger als das von Rovegliana. In dieser Hauptmasse liegen grössere Augitkrystalle in reichlicher Menge, einzelne Putzen und Ausscheidungen des bekannten chloritischen Gemengtheils, Magneteisen und hie und da kleine Nadeln eines stark dichroitischen grünbraunen Minerals, das der Hornblende entspricht. Blasenräume sind z. Th. mit Kalkspath, wohl auch mit Zeolith und chloritischen Massen ausgefüllt; durch Behandeln der Dünnschliffe mit Salzsäure entfärbt sich das Gestein fast ganz, indem sich die reichlich vorhandenen chloritischen Beimengungen zersetzen. In der weissen zurückbleibenden Masse treten nunmehr schwarze längliche Leistchen hervor, die dem Titaneisen anzugehören scheinen.

Etwas verschieden ist das dunkelfarbige Gestein in dem Gypsbruche bei Rovegliana. Ein inniges sehr feines Gemenge von langgestreckten Plagioklasnädelchen, mit Augitkryställchen und grünbraunen, sehr stark dichroitischen fasrigen Nädelchen in sehr grosser Menge — wohl Hornblende — enthält zugleich im Umrisse nicht deutlich begrenzte Körnchen und Staubtheilchen von Magneteisen und Blättchen des chloritischen Minerals. Grössere Augitkrystalleinschlüsse sind im Ganzen selten; ebenso vereinzelt sind grössere Hornblendeausscheidungen. Kalkspath und ein röthliches Zeolith-artiges Mineral sind sekundare Erzeugnisse.

Digitized by Google

Unter der Einwirkung von Salzsäure werden die Dünnschliffe entfärbt.

Das dunkelfarbige, an Blasenräumen reiche Eruptivgestein in der Nähe von Val di Rotolone bei la Guardia hält gleichsam die Mitte zwischen den beiden ebengenannten Varietäten des Augitophyrs. Die feinen Nädelchen der Hauptmasse scheinen fast in gleicher Menge dem Augit, wie der Hornblende anzugehören.

Ein ähnliches auf der Alpe la Rasta weit verbreitetes, von tuffigen Lagen begleitetes Gestein ist leider in weit fortgeschrittener Zersetzung begriffen. Auffallend ist der grosse Reichthum der krystallinischen Hauptmasse an feinen Plagioklasnädelchen, denen gegenüber augitische und stark dichroitische hornblendige Kryställchen sehr untergeordnet sind. Magneteisen und in sehr zahlreichen Flocken ausgeschiedene, chloritische Mineraltheilchen, die sich leicht in Salzsäure lösen, geben dem Gestein die dunkle Färbung. Auch Glimmerblättchen scheinen vereinzelt vorzukommen. Im Durchschnitte polyëdrische helle Ausscheidungen erinnern durch die zonalen Einlagerungen feinen Staubes an Leucit. Doch ist die Substanz doppelt brechend.

Die unteren Sandstein- und Conglomerat-Schichten mit dem unteren Pflanzenlager.

Wie zahlreiche Aufschlüsse namentlich in Val del Prack, im Prechelegraben oberhalb der Quellen, in Val di Gattara (?), zwischen Caneva sopra und Rovegliana, oberhalb Valli an der Strasse nach Reveredo lehren, wird der Phyllit unmittelbar vom rothem sandigem Schieferthon mit kleinen gelben Knöllchen und rothen Sandsteinbänken vom Aussehen des ausseralpinen Buntsandsteins bedeckt, ohne dass sich eine Conglomeratbank oder eine dem sog. Verrucano ähnliche Gesteinslage entwickelt zeigt. Nur in den

Digitized by Google

wilden Gräben am NO. Abhange des Hügels, auf dem die Kirche St. Giuliana steht, fand ich eine 0,3 m. mächtige Conglomeratlage über dem auch dort gut aufgeschlossenen Phyllit. Einzelne Rollstücke weissen Quarzes sieht man da und dort in dem rothen Sandstein eingebettet. Diese untere Gesteinsreihe mag bei Fonte 5—8 m. mächtig sein.

In dieser Höhe über der Phyllitgrenze stellen sich im Val del Prack mehrere Bänke weissen Sandsteins in gleichförmiger Lagerung überden tieferen rothen ein, welcher ganz die Beschaffenheit des Neumarkter Gesteins besitzt und wie dieses Kohlenputzen und undeutliche Pflanzenreste, verkieselte Stammstücke und anthracitische faserige Holztheile umschliesst. In Drüsenräumen sind Krystalle von Quarz und Dolomitspath abgesetzt und auf den Kluftflächen, wie schon Benecke erwähnt, in reichlicher Menge Malachit und Lasur angeflogen.

In den oberen feineren, und wohl auch schiefrigen Lagen kommen nun alle die zahlreichen Pflanzenversteinerungen vor, welche de Zigno von dieser Fundstelle aus dem sog. untern Sandstein anführt. Es sind fast Species für Species ganz dieselben Pflanzenarten, wie sie bei Neumarkt von mir aufgefunden wurden.

In dem Hauptgraben oberhalb der Quellen sind zwei Steinbrüche angelegt, der untere in den rothen, der obere in den weissen Sandsteinbänken. Die dazwischen liegenden grauen thonigen schiefrigen Sandsteinlagen sind als Abraum in grosser Menge über die Steinbruchhalde gestürzt. Hier sind Pflanzenreste häufig. Indem man im oberen Bruche über die verschiedenen Bänke aufsteigt, gewahrt man zu unterst intensiv rothen Schieferthon mit dünnen Bänken von eingebettetem Sandstein und Dolomit 5—6 m. mächtig; höher folgt 3—5 m. mächtig grauer, dünnschiefriger Schieferthon mit oft Steinmergel-artig

harten z. Th. dolomitischen, gelbverwitterten Zwischenbänken, dann eine oberste Lage grauen Lettenschiefers mit ziemlich gut erhaltenen, aber fast immer nur vereinzelt liegenden Blättchen von *Ullmannien*, wie in der grauen Lettenschieferlage bei Neumarkt. Eine Bank weissen Sandsteins erfüllt von Pflanzenresten bildet die oberste Schicht des Steinbruchs, in welchem zugleich auch ein sehr zersetztes Porphyr-artiges Eruptivgestein aufgeschlossen ist. Die Ganzmasse des letzteren dringt in mächtigem Stamme quer durch die Schichten empor, bildet eine kopfförmige Erweiterung und zieht sich alsdann auf eine schwache Ader zusammen, die in den Sandsteinbänken ausläuft und plötzlich endet.

Ueber die letzte Sandsteinbank aufsteigend stehen wir auf der Westseite des Thälchens an einem schmalen, scharfen Bergrücken, der sich ununterbrochen bis zu einem einzelnen Wohnhaus unter La Rasta emporzieht und in fast ununterbrochenen Entblössungen Schicht für Schicht die sich hier aufeinander lagernden Bänke zu beobachten gestattet.

Zunächst über dem weissen Sandstein und einer gelben mergeligen Lage folgt eine Bank grauen, weisslichen, durch Zersetzung meist gelblichen, feinkörnigen Dolomits oder Kalks mit zahlreichen kleinen Poren und Stengel-ähnlichen, vertikalen Höhlungen, wie solche bei Trient in gleicher Gesteinslage vorkommen. Mir scheint es nicht zweifelhaft, dass diese dolomitische Gesteinslage als Stellvertreter der Bellerophonschichten anzusehen sei. Denn es folgen sofort über derselben die grauen und gelblichen geschieferten Mergelplatten mit *Posidonomya Clarai*, wie bei Neumarkt und in der Pufler Schlucht. Wir überschreiten nun auf dem Grath aufwärtssteigend die ganze Reihe der z. Th. gelben oder grauen, z. Th. rothen meist dünngeschichteten Gesteine mit denselben organischen Einschlüssen, wie sie in anderen Gegenden aus der Seisser und

Campiler Schichte bekannt sind; man glaubt sich ganz in die Gegend von Botzen versetzt. Auch die Bank feinkörnigen, z. Th. oolithischen gelb und röthlichen Dolomits, erfüllt mit *Holopella gracilior*, fehlt hier nicht. Weiter aufwärts werden die Schichten sandiger, nehmen eine vorherrschend rothe Farbe an und schliessen luckige Rauhwackbänkchen in Zwischenlagen ein, bis sich in der Nähe des bereits erwähnten Hauses unter La Rasta ein mächtiges System grauer Gypsmergel einstellt.

In den festeren kalkigen Bänken sind zahlreiche Muschelkalkversteinerungen zu finden: *Myophoria cardissoides, M. laevigata*, *Modiola triquetra*, *Gervillia socialis*, *Natica gregaria* u. s. w. Auf dem weichen Mergelgestein breitet sich hier ein Streifen von Wiesen aus.

An Vollständigkeit des Aufschlusses kann in der ganzen Umgegend von Recoaro nur das Profil an der Kirche St. Giuliana längs des schmalen Rückens aufwärts gegen Val Saraggere, bei der Alphütte Pogheraste und auf dem gegen Staro verlaufenden Grath mit dem oben beschriebenen in Concurrenz treten. Auf der Nordseite des Hügels, auf dem die Kirche steht, entblössen wild zerrissene steile Gräben die rothen Sandsteinschichten mit einer Conglomeratbank, wie schon erwähnt, unmittelbar über dem Phyllit. Höher ziehen Lagen des weissen Sandsteins durch, auf welchen ein kleiner Steinbruch angelegt ist. In einem etwa 10 m. über diesem weissen Sandstein durchstreichenden, 1—1½ m. mächtigen, thonigen, glimmerreichen Sandsteinschiefer stellt sich ein wahres Haufwerk von Pflanzenresten in meist vereinzelten Blättchen und kleinen Zweigen ein, genau so, als wären diese Pflanzenfragmente beigeschwemmt und an einer ausser der Fluth liegenden ruhigen Stelle mit Schlamm vermengt abgesetzt worden. Einzelne Lagen sind so reich an verkohlten Pflanzentheilen, dass sie entzündet eine zeitlang fortbrennen. Aus den in Wasser gelegten Stücken des Schiefers lassen

Digitized by Google

sich leicht die einzelnen Blättchen isoliren. Nach Schimper's Bestimmung ist auch hier *Voltzia hungarca* Heer die häufigste Pflanze. Dazu kommen, *Ullmannien* und zahlreiche Früchtchen neben vielen, nicht näher bestimmten Blattresten.

Diese Sandsteinlagen streichen etwas N. von der Kirche über den Rücken; eine kleine Verwerfung stellt sich daneben ein und etwa 10 m. höher geht eine weitere Bank weissen Sandsteins, wie im Prechelegraben, zu Tag, welche nach oben von einem weisslichen und graulichen dichten Dolomit — dem Stellvertreter des Bellerophonkalks — bedeckt wird. Sofort im Hangenden dieser Dolomitbank zeigen sich grauliche dolomitische Mergelschichten voll von *Posidonomya Clarai* und mit jenen glauconitischen grünen Streifchen und Flecken erfüllt, wie solche z. B. oberhalb Kaldern in dem sog. Seisserschichten so charakteristisch auftreten. Längs des Rückens aufwärts folgt nun die ganze weitere Gesteinsreihe bis zu der auch hier durchziehenden Holopellabank vorherrschend graulich und gelblich, über derselben dagegen durchgängig röthlich gefärbt. In der Nähe der Alpe Poghe raste liegen wiederum die Gypsmergel mit zelliger Rauhwacke darüber ausgebreitet und werden von knolligknotigen mergeligen Kalkschichten bedeckt, welche zahlreiche stengelartige Wülste umschliessen, genau so, wie man sie ausserhalb der Alpen im unteren Wellenkalk beobachtet. Höher am Gehänge streichen auch hier die Hornstein-reichen Brachiopodenkalke des Muschelkalkes zu Tag aus.

Muschelkalkschichten.

Bezüglich der den Muschelkalk zugezählten Gesteinsbildungen kann ich mich hier um so kürzer fassen, als die besonderen Verhältnisse, unter denen der Muschelkalk bei

Recoaro auftritt, von Benecke vollkommen klar gestellt worden sind. Ich habe diese Schichten an zahlreichen Orten gesehen, wie auf La Rasta, in dem grosse Kahr Sasso Limpia, an dem Gehänge unterhalb Mt. Spizze, im Val di Rotolone, bei Rovegliana, in dem grossen Gypsbruch des Sign. Marzotto bei Rovegliana bereits auf der NO. Abdachung des Bergrückens, dann in einem Seitengraben daselbst, ferner in der Nähe des Passo alla Commenda (?) und oberhalb Caneva sopro. Die Schichtenfolge scheint hier überall dieselbe zu sein. Am vollständigsten beobachtete ich sie am Gypsbruche des S. Marzotto, die ich desshalb hier kurz mittheilen will.

Nahe am Gebirgsgrath stehen gelbe Dolomite und grauliche Mergel ohne Versteinerungen an, welche die Decke der eigentlichen Brachiopodenbank ausmachen. Darunter folgen nun der Reihe nach:

1) 5 m. mächtig durch Mergelzwischenlage in zwei Bänke getrennt der Hornstein-führende graue Retzienkalk mit den bekannten Einschlüssen des sog. Muschelkalks von Recoaro.
2) 3 m. mächtig grauen Mergel.
3) 5 m. mächtig feste Bänke grauen Kalks mit *Spondylus comptus*, *Ostrea ostracina*, *Pecten discites*, *Pecten laevigatus*, *Gervillia socialis*, *Avicula Bronni*, *Myophoria vulgaris*.
4) 3 m. mächtig klotzig grauen Mergel, nach unten intensiv roth und buntgefärbt.
5) 5 m. mächtige dünnplattige, mergelige grünlichgraue Kalke mit *Encrinus gracilis* (meist auf den Schichtflächen ausgearbeitet).
6) 25 m. mächtige Gypsmergel und Gyps.

Die Unterlage bilden zellige Dolomite und dolomitische Mergel. Bemerkenswerth ist das erneute Auftauchen rother und buntgefärbter Mergel unterhalb des Retzienkalks. Eine

Digitized by Google

analoge Erscheinung kenne ich auch bei den Gypsmergeln des mittleren Muschelkalkes in der Bliesgegend, welche früher Veranlassung gab, diese Gypslagen irrthümlich dem Röth zuzurechnen.

Die wichtigste Pflanzenfundstelle liegt ganz in der Nähe dieses grossen Gypsaufschlusses an dem Fusssteig von da nach dem Passo alla Commenda in einem wilden Graben. Ich sah an dieser Stelle oben

1) gelben Dolomit,
2) grau- und gelbgestreiften Kalk,
3) die obere Bank des bekannten Brachiopodenkalks mit Hornstein,
4) dichten, sandigen Mergelkalk mit dem Hautlager der *Voltzia recubariensis*,
5) eine zweite untere Bank des Brachiopoden-führenden Kalks,
6) vorherrschend graue, etwas röthliche und bunte Mergel und Schieferthone.

Es war mir sehr daran gelegen, in dem das Hauptpflanzenlager begleitenden weichen Mergel, der bisher wenig beachtet worden zu sein scheint, noch weitere Pflanzenreste zu entdecken, welche die *Voltzia recubariensis* begleiten. Es glückte mir in der That hier Einschlüsse aufzufinden, die Prof. Schimper als *Voltzia heterophylla* var. *squarrosa* bestimmt hat. Noch etwas höher am Gehänge nahe am Passübergange stehen Bänke des Brachiopodenkalks zu Tag an und hier fand ich *Retzia recubariensis* in demselben Gesteinsstück mit *Retzia trigonella* zusammen.

Nicht weniger interessant ist der grosse Aufschluss im Val di Rotolone. Von Recoaro thalaufwärts begleitet uns eine weite Strecke der Phyllit. In abgerissenen Parthieen begegnen wir auch hier dem rothen Sandstein. Da wo der Weg von Veregarte nach la Guardia durch die Thalsohle geht, stehen noch graue Clarai-Schichten an.

Digitized by Google

Die geringe Menge von Wasser, die der Bach führte, gestattete von da an in die Bachsohle selbst bis zu dem Gypslager allerdings unter grossen Anstrengungen vorzudringen. Die Schichten sind genau dieselben wie näher bei Recoaro, nur gegen oben erhebt sich über den intensiv rothen sandigen Schieferlagen eine hohe mächtige Bank gelben Steinmergel-ähnlichen Dolomits, wie er in der Gegend von Trient und Botzen fast überall den rothen Campilen-Schichten aufzuruhen pflegt. Unmittelbar darüber beginnt das hier ungemein mächtige System der Gypsmergel erfüllt von Putzen, Linsen, Schnüren und Adern von Gyps. Plattige Kalke mit den stengelähnlichen Wülsten des deutschen Wellenkalks und mit *Encrinus gracilis* schliessen auch hier die Gypsschichten nach Oben ab, welche durch 2 Verwerfungsspalten dreifach treppenförmig absetzen. Der Brachiopodenkalk konnte nicht anstehend beobachtet werden. Doch liegen zahlreiche Blöcke desselben herabgebrochen auf dem Gypsmergel. Die Hornsteineinschlüsse sind hier eigenthümlich zerfressen und porös. Bei la Guardia setzen Gänge eines Eruptivgesteins, wie bei Rovegliana, bis in die Muschelkalkschichten hindurch.

Schichten zwischen dem Brachiopodenkalk und dem weissen Kalk des Mt. Spizze.

Am wenigsten klar gelegt und wohl auch am schwierigsten zu untersuchen ist bei Recoaro die Schichtenreihe über dem gelben Dolomitdach des Brachiopodenkalks. Unter dem gegen Recoaro weit vorspringenden Eck des Mt. Spizze, dessen Steilwand bereits aus weissem Kalk besteht, sieht man schon aus der Ferne grellroth- und gelbgefärbte mächtige Schichten unter den Kalk einschiessen und in grossen Schutthalden das Gehänge überdecken, das vom Mt. Spizze gegen Sasso di Limpia abfällt. Diese Schichten sind es, welche die ältern Forscher mit dem Keuper ver-

Digitized by Google

glichen haben. Die Untersuchung dieser Schichten schien mir wichtig genug, um den ungemein mühsamen Versuch zu machen, an dem Steilgehänge bis zur Felswand des weissen Kalks emporzuklettern. Ich fand nahe oberhalb des durch Zusammenbruch entstandenen grossen Kahres von Sasso di Limpia am Fusse des Gehänges die unzweifelhaft anstehende Brachiopodenbank des Muschelkalks und nach einer Unterbrechung von nur geringer Höhe, welche durch Ueberrollung verdeckt ist, in gleichförmiger Lagerung darüber bis hoch oben zur Kalkwand des Mt. Spizze rothes und gelbes eisenschüssiges und dolomitisches Gestein, sandige und tuffige Lagen von ähnlicher Färbung und ächte Tuffmassen. Verfolgt man das Fortstreichende in der Richtung zur Alpe La Rasta, so kann man an der Kante der Weidefläche, die geradeauf zum Mt. Spizze sich empor zieht, sehr bequem dieselben Schichtenreihen wieder finden, nur sind hier die Lagen sehr häufig und bereits fast vorherrschend tuffig. Dünngeschichtete Platten mit Hornsteineinschlüssen erinnern an die Buchensteiner Kalke. Schwarzes Augitgestein und thonige Porphyre liegen in so zahlreichen Brocken über die Gehänge ausgestreut, dass man diese Felsarten wohl als in der Nähe anstehend annehmen darf. Das zeigt sich in der That als richtig, weil man emporsteigend oben auf der Schneid des Gebirgsrückens, der im Mt. Spizzo ausläuft und bereits aus weissem Kalk besteht, das Ausgehende solcher Eruptivganggesteine beobachten kann. Hier sieht man ein Porphyr-artiges, ganz zersetztes Gestein deutlich gangartig in den Kalk eindringen, genau so, wie man es sehr schön und bequem an der Strasse oberhalb des Dorfes Val Arsa gegen die italienische Grenze zu in zahlreichen Strassenanschnitten direkt beobachten kann. Es sind diess die Massen, welche oft zu einer Art Porzellanthon verwittert, in gangartig angelegten Gräbereien abgebaut werden. Ueber die Natur des Spizze-Kalkes später.

Digitized by Google

Sehr schwierig ist die Schichtenfolge von dem bereits früher genannten einzelstehenden Hause an dem Wege von Recoaro zu La Rasta, wo wir bereits die Brachiopoden- und Hornstein-reichen Muschelkalkbänke kennen gelernt haben, aufwärts zur Alpfläche im Einzelnen nachzuweisen. Doch gelang es den Aufbau mit nur wenigen Unterbrechungen trotz des hier beginnenden massenweisen Auftretens von Eruptivgestein in den Seitenschluchten kennen zu lernen. Es folgen hier über dem gelben dolomitischen Dachgestein des Brachiopodenkalks zunächst graulich weisse, dünn geschichtete, plattige Mergel und Schiefer, die um so mehr den Wengener Halobien-Schichten sich vergleichen lassen, als neben denselben ganz charakteristische Pietra verde vorkommt. Graue, tuffig-sandige Lagen setzen die Schichten nach oben fort und werden von Porphyrartigem, oft in lockeren Thon verändertem Gestein durchsetzt. Hier ist es auch, wo in der Nähe eines seitlichen Wasserrisses der schon genannte Pechstein in sehr veränderlichen Formen zu Tage tritt. Daneben zeigen sich intensiv rothe, wohlgeschichtete Hornstein-führende Lagen und viele rothe, graue und grünliche sandig tuffige Schichten bis zu dem von einem Haufwerke weissen Kalks überstürzten Felsenhang, welcher sich westwärts zu dem steilen, mit einem hohen Kreuze geschmückten Felsriff blendend weissen Kalkes der Alphütte La Rasta emporzieht, während ostwärts die Tufflagen und Eruptivmassen ununterbrochen bis zur Alpweidfläche bei Chempelle und weiter über Casare, C. Stue, Anghebe Creme und Glerchebe bis zur Dolomit- und Kalkwand des M. Laste und Gramnullon sich ausbreiten. Es scheint mir nicht zweifelhaft, dass das ganze eben erwähnte grosse Kalkriff an der Alphütte La Rasta, dessen weisser Evinospongien-reicher Kalk mit dem des Mt. Spizze völlig übereinstimmt, nicht auf ursprünglicher Lagerstätte sich befindet, sondern in einer früherer, höherer Lage unter-

Digitized by Google

waschen jetzt herabgebrochen über relativ viel tieferen Schichten liegt, als ihm seiner normalen Stellung nach zukommt. Dieser Kalk gehört in die Höhe und in das Niveau des Mt. Spizze-Kalks. Die Tufflagen der La Rasta dagegen entsprechen den tieferen Schichten, die oben am Steilgehänge unter dem Mt. Spizze erwähnt wurden; sie sind eine vorherrschend tuffige Facies derselben und gleichen nach Gesteinsbeschaffenheit und Lage den Tufflagen der Seisser Alp und bei St. Cassian. Die hier mit einbrechenden Eruptivgesteine[28]) sind theils ähnliche grüne Augitophyre, wie im Norden, theils aber sehr eigenthümliche ächte Porphyre. Alle tragen den Charakter tief greifendster Zersetzung an sich und gestatten kaum mehr einen richtigen Einblick in die Natur ihrer ursprünglichen Zusammensetzung.

Was zunächst den schwarzen bereits von Lasaulx ausführlich beschriebenen Pechsteinporphyr[29]) anbelangt, so fand ich eine eigenthümliche, an Perlstein erinnernde Varietät, welche ich im Vergleiche zu der von H. v. Lasaulx angeführten näher untersucht habe. In Dünnschliffen zeigt sich, dass die Hauptmassen aus einem grau bis röthlich braunen Glas mit ausgezeichneten Fluidalstreifchen besteht. In dieser Grundmasse liegen wasserhelle, rissige, längliche Krystalle, die i. p. L. als Plagioklas sich erwiesen, dann grünlich braune dunkle Krystalle von Hornblende (fasrig und stark dichroitisch), wenige Quarzkörnchen und Magneteisenstaubtheile. Das von v. Lasaulx mit Diallag verglichene Mineral ist auf den zahlreich an dasselbe durch-

---

28) Diese Gesteine sind ausführlich petrographisch von Prof. Lasaulx in Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. Bd. XXV. S. 286 und ffd. beschrieben.

29) A. a. O. S. 333. Dass ich bei meiner Beschreibung des Pechsteinporphyrs von Cartelruth dieser Arbeit, die mir entgangen war, nicht gedacht habe, möchte ich bei dieser Gelegenheit als ein Uebersehen entschuldigen.

ziehenden Rissen von einer braunen Ausscheidung — wahrscheinlich Eisenoxydhydrat verunreinigt, so dass eine Partialanalyse kein Anhalten zu seiner näheren Bestimmung ergab. Daneben sind zahlreiche Blättchen intensiv dunkelfärbigen Magnesiaglimmers eingestreut. Sehr merkwürdig sind die zahlreichen eingeschlossenen Stückchen eines fein krystallinischen Gesteins, welches dem mit vorkommenden Augitophyr zu entsprechen scheint. Die Analyse, welche Hr. Assistent Schwager vornahm, ergab:

Geperlter Pechsteinporphyr von La Rasta:

	Bauschanalyse A	Partialanalysen B	C	D
Kieselerde	62,32	47,74	68,15	67,39
Thonerde	16,62	19,54	15,68	14,62
Eisenoxyd	1,51	8,42	2,28	2,37
Eisenoxydul	2,06	—	—	—
Manganoxydul	0,09	—	—	—
Kalkerde	4,62	9,39	2,91	2,54
Bittererde	2,30	3,23	1,98	0,87
Kali	1,70	3,01	1,24	2,79
Natron	3,54	2,40	3,98	4,37
Wasser und Kohlensäure .	4,72	6,09	4,25	5,29
	99,48	99,82	100,47	100,24

A. Die Zusammensetzung im Ganzen stimmt im Wesentlichen überein mit der von Lasaulx gelieferten Analyse des gewöhnlichen Pechsteinporphyrs von La Rasta.

B. Ein in Salzsäure zersetzbarer Antheil beträgt 27,28% und scheint neben etwas Kalk dem durch Zersetzung entstandenen chloritischen glimmerigen und einem Theil des zersetzbaren Plagiolkases zu entsprechen.

C. Der in Salzsäure nicht zersetzbare Antheil.

D. Die mit grosser Sorgfalt ausgewählte Glasmasse, welche

Digitized by Google

im Wesentlichen mit dem in Säuren unzersetzten Antheil übereinstimmt.

Im Ganzen ist die Zusammensetzung ziemlich abweichend von jener des Pechsteinporphyrs[30]) von Caselruth, der bedeutend ärmer an Kieselsäure und reicher an Natron ist, was die Anwesenheit von Plagioklas erklärlich macht.

Die begleitenden grünen Augitophyr-artigen Gesteine bieten grosse Verschiedenheiten dar. Sehr verbreitet sind, wie bereits früher schon erwähnt wurde, ziemlich feinkörnige Abänderungen, die im Dünnschliffe sich als aussergewöhnlich reich an meist stark zersetztem Plagioklas und arm an augitischen Beimengungen erweisen. Die fein krystallinische Hauptmasse kommt jener des Gesteins der Gypslagen von Rovegliana und Val di Rotolone nahezu gleich. Kleinste, stark dichroitische Schüppchen und Nädelchen dürften braunem Glimmer angehören, obwohl derselbe in so fein vertheilter Form sonst nicht aufzutreten pflegt. Es scheint dadurch ein Uebergang in Porphyrit angedeutet zu werden. Chloritische Beimengungen sind sehr häufig in schmalen unregelmässigen Putzen und Streifchen vorhanden; sie werden durch Salzsäure leicht zersetzt. Auch Magneteisen fehlt nicht. Durch weit vorgeschrittene Zersetzung gehen derartige Gesteine in einen gelblichen oder röthlichen mehr oder weniger unreinen Thon über, der stellenweise gegraben wird.

Sehr merkwürdig ist die Reihe der Eruptivgesteine von Porphyr-artiger Beschaffenheit, welche in diesen Schichten sich bereits breit machen, bis in den weissen Kalk hinein ragen und mehr und weniger zersetzt in hellen gelblichen, oft schön weissen Thonstein oder Porcellanthon übergehen. Solche zersetzte Massen werden in zahlreichen

---

30) Sitz. d. Acad. d. Wiss. in München; math-phys. Cl. 1876. 3. S. 282.

Stellen gegraben, um geschlämmt als Material für Herstellung von Porzellanwaaren benützt zu werden.

Es wurden zwei dieser Thonstein-artigen in Gruben gewonnenen Massen analysirt (Ass. Schwager) und zwar

I eine weisse aus dem Gange im Kalk des Mt. Spizze

II eine etwas röthliche aus einem Gange im Tuff am Fusse des Mt. Spizze.

	Ia	Ib 56,68%	Ib 43,32%	IIa	IIb 46%	IIc 54%
Kieselerde	64,16	43,67	90,99	70,44	45,47	91,09
Thonerde	21,38	34,75	5,01 (Thonerde und Eisenoxyd)	16,28	30,65	4,03
Eisenoxyd	2,90	4,67		4,22	8,56	0,51
Kalkerde	0,66	0,63	0,58	0,31	0,39	0,22
Bittererde	0,28	0,24	0,34	0,28	0,30	0,25
Kali	2,12	1,09	3,62	2,32	1,78	2,78
Natron	0,46	0,66	0,00	0,82	1,21	0,48
Wasser	8,52	15,03	0,19	5,32	11,46	0,40
Summe	100,48	100,74	100,69	99,99	99,92	99,76

In dieser Analyse bedeutet:

a) die Bauschanalyse, b) die Analyse des durch Schwefelsäure zersetzbaren Theils und c) die des dabei bleibenden Restes.

Der durch Schwefelsäure zerlegte Antheil gehört einem Thon an, bei welchem etwas Thonerde durch Eisenoxyd ersetzt ist und der bleibende Rest besteht aus Quarz mit einer geringen Menge von mehr oder weniger unzersetztem Orthoklas und Glimmer.

Prof. v. Lasaulx[31]) hat diese Gesteine, wie sie in grossartiger Entwicklung auch bei Fongara zu Tage traten, als Porphyre bezeichnet und genau beschrieben. Meine Unter-

31) A. a. O. S. 327 u. ffd.

Digitized by Google

suchung stimmt mit dieser Bezeichnung vollständig überein. In Dünnschliffen zeigt die Grundmasse dem äusseren Aussehen nach eine mit anderen Porphyren übereinstimmende Beschaffenheit, nur dass sie stark zersetzt sich darstellt. In der Anordnung der röthlichen Staubtheilchen glaubt man sogar bisweilen eine Art Fluidalstreifung zu sehen. I. p. L. zertheilt sich diese Grundmasse in unendlich viele kleine unregelmässige Feldchen, welche durch verschiedene Farben sich von einander unterscheiden. Dazwischen liegt eine amorphe quarzige Substanz oder trübe Thonmasse. Die zahlreich eingestreuten Feldspathkrystalle sind kaum durchscheinend, ihre Masse ist meist vollständig in Thon umgebildet und i. p. L. ohne Farbenerscheinungen. Hier und da sind Theilchen weniger zersetzt, und diese geben i. p. L. nur die Farbenerscheinungen der Orthoklase. Glimmer ist häufig eingemengt; auch Quarz fehlt wohl nur in sehr seltenen Fällen gänzlich; dagegen konnte ich keine Hornblende beobachten. Es lässt sich daher das Gestein nicht als Porphyrit bezeichnen. Auch aus Val Fredda habe ich das gleiche Gestein untersucht; die Grundmasse zeigt hier durch die Lage eingestreuter feiner Staubtheilchen deutlicher eine Art Fluidalstreifung.

Der Kalk und Dolomit des Monte Spizze.

Das Gestein der höchsten Felskuppe des Mt. Spizze ist kalkig, z. Th. dolomitisch, lichtweiss, wohlgeschichtet und lagerweise erfüllt von kleinen Ausscheidungen porösen Hornsteins. Auch finden sich grade nicht selten kleine *Gasteropoden*, *Crinoideen* und *Gyroporellen*, welche, so weit diess der schlechte Erhaltungszustand zu beurtheilen gestattet, der Species *multiserialis* angehören. Sehr ausgezeichnet stellt sich jene grossoolithische oder wulstige Struktur ein, die man als Evinospongienstructur zu bezeichnen pflegt, und als sehr charakteristisch für die Gesteine der

Stufe des Wettersteinkalks oder Schlerndolomits annimmt. Nur in den tiefsten Lagen ist der Kalk röthlich gefärbt. Zahlreiche Mineralgänge, welche meist Bleiglanz und Schwerspath führen, durchsetzen den Kalk und gaben früher zu einem lebhaft betriebenen Bergbau Veranlassung. Das Gesammtverhalten des Spizzekalks stimmt mithin so vortrefflich mit der Stufe des Wetterkalks und Schlerndolomits, dass ich kein Bedenken trage, denselben damit in Parallele zu stellen.[32]) Es ist bereits erwähnt, dass auch das Kalkriff der La Rasta als ein herabgebrochener Bergtheil desselben Kalkes anzusehen ist.

Dasselbe Gestein setzt auch in den benachbarten Kalkbergen, deren unteren Aufbau bildend, fort und wird höher vom Hauptdolomit, der die höchsten Spitzen der Kalklage ausmacht, überlagert. Eine tuffige Zwischenlage zwischen beiden ist nicht überall wahrzunehmen, doch scheint sie stellenweise vorhanden zu sein.

---

32) Dieser Kalk wird noch neuerlichst von Hrn. Mojsisovics (D. Dolomitriffe etc. S. 481 für einen Stellvertreter des Mendoladolomit erklärt. Diese Ansicht ist nicht weiter begründet. Sie stützt sich vielleicht auf die Beobachtung der Felsrippe des weissen Kalks der La Rasta, die allerdings nahe oberhalb des Brachiopodenkalks liegt, aber wie ich nachzuweisen versucht habe, nur in verstürzter, sekundärer Lage sich befindet. Obwohl hier nicht der Ort ist, auf den reichen Inhalt dieses erwähnten aussergewöhnlichen Werkes einzugehen, glaube ich doch hier Gelegenheit nehmen zu müssen, die unfreundliche und ungerechte Anklage, welche der Verfasser (S. 41) gewissen deutschen Geologen, die auch in den Alpen mitarbeiten, in's Gesicht schleudert, dass sie nämlich die Bezeichnung „Keuper" in die alpine Nomenklatur einzuchmuggeln suchen, zurückweisen zu müssen. Wir dürfen die Beurtheilung hierüber getrost dem internationalen Areopag der Fachgenossen überlassen. Auch weiss alle Welt, dass diese Männer in der selbstlosesten Weise in den Alpen thätig waren und siud, um die Wissenschaft zu fördern, nicht nm Handel mit ihr und am wenigsten das unehrliche Geschäft des Schmuggels treiben zu wollen.

Digitized by Google

Die Pflanzenreste der unteren Sandsteinschichten.

An drei Stellen habe ich bei Recoaro in den tiefsten Sandsteinschichten Pflanzeneinschlüsse gesammelt, nämlich einmal im Val del Prack, an der alten Fundstelle Massalongo's, dann oberhalb der Königsquelle und unterhalb der Kirche St. Giuliana. Alle diese Lagen stimmen auf's genaueste mit einander überein. Es ist schon hervorgehoben worden, dass auch die Pflanzen-führenden Schichten bei Neumarkt, Tramin, Montan und bei Botzen sowohl was die Lagerung anbelangt, als auch in wahrhaft überraschender Weise in Bezug auf Gesteinsbeschaffenheit und den eigenthümlichen Erhaltungszustand an Pflanzeneinschlüssen, sowie auf die besondere Art des Einschlusses sei es in dem weissen Sandstein oder in dem grauen Schieferthon, mit jener bei Recoaro bis zum Verwechseln gleich kommen. Hier, wie dort sind die Pflanzenreste nicht vollständig verkohlt, sondern theilweise noch in ihrer inneren Struktur so wohl erhalten, dass, wenn man sie, was leicht gelingt, aus dem Gesteins ablöst und mit einem Gemisch von chlorsaurem Kali und Salpetersäure einige Tage in der Kälte behandelt, sich mikroscopische Präparaten aus ihnen herstellen lassen. Ich habe zahlreiche Präparate dieser Art benützt um eine Menge von ausserdem nicht unterscheidbaren Pflanzenfragmenten aufzufinden, die sich zwar nicht wohl als Species bezeichnen, aber doch als etwas Verschiedenes erkennen lassen. Auch dürften derartige Präparate wohl mit dazu benützt werden können, um die unterschiedenen Arten weiter zu begründen und sie vielleicht mit grösserer Sicherheit lebenden Formen zu vergleichen. Ich werde im Folgenden den Versuch wagen, hier und da auf solche Präparate zurückzukommen.

Digitized by Google

Prof. Schimper in Strassburg hatte die besondere Güte, alle irgend bemerkenswerthen Stücke von allen Fundorten zu untersuchen und die Pflanzenreste zu bestimmen. Meinen Dank, den ich hier für die mühsame Unterstützung des besten Kenners des Triasflora auszusprechen mich verpflichtet fühle, ist um so grösser, als der sehr geehrte College mir auch gestattete, von seinen Bestimmungen hier freien Gebrauch zu machen. Ich selbst habe nur einige wenige Bemerkungen weiter zu diesen Bestimmungen hinzuzufügen, zu welchen das reichliche Material einer letzten Aufsammlung Gelegenheit geboten hat.

Um eine Uebersicht über die bisher in den Südalpen im sog. untern Voltziensandstein aufgefundenen Pflanzenreste zu gewinnen, sind in dem nachfolgenden Verzeichniss neben den schon genannten Fundstellen bei Recoaro — Val del Prack, Thal oberhalb der Königsquelle und Kirche St. Giuliana (jedoch nur mit der Berücksichtigung der von mir selbst aufgefundenen Ueberreste) — auch die wichtigen Orte bei Neumarkt nämlich:

1) an der Strasse nach dem Dorfe Mazzon,
2) unterhalb des Dorfes Mortan,
3) oberhalb des Dorfes Tramin

noch einige Fundorte bei Botzen und Trient nämlich:

4) im Graben oberhalb Missian unter dem Mendelwand,
5) an den alten Versuchsstellen nach Steinkohlen bei Lavis und
6) im Aferthal bei Vilbrös unterhalb des hier durchziehenden Bellerophonkalks,
7) Pass unter Solschedia bei St. Ulrich beigezogen worden.

Als Hauptergebniss der sämmtlichen Erfunde hat Prof. Schimper die Intentität der Pflanzen dieser sämmtlichen Sammelstellen erkannt und ebenso bestimmt die UebereUebereinin-

33) N. Jahrb. 1878. S. 179.

Digitized by Google

stimmung mit der von Heer beschriebenen Palaeoflora von Fünfkirchen in Ungarn ausgesprochen. Der Ansicht Heer's zustimmend erklärt er diese Flora als eine solche, welche einen permischen Charakter besitze, aber nicht ohne grosse Bedenken dabei für berechtigt zu halten.

Prof. Weiss hat sich über die Natur dieser Pflanzenreste dahin ausgesprochen, dass der dyadische Charakter keineswegs erwiesen sei; er ist vielmehr der Ansicht, dass der Typus dieser Pflanzen sich der jüngeren Flora augenscheinlich anschliesse, wobei die Erscheinung hervortrete, dass der allgemein paläontologische Charakter der Flora bereits demjenigen der zu gehörigen, sogar darüber gebetteten Fauna vorausgeeilt sei, so dass die stärkere Veränderung erst nach dieser Fauna bei den Thieren, aber bei den Pflanzen vor jener Flora in den alpinen Gebieten eingetreten sei.

Ueber die einzelnen bisher gefundenen Pflanzenarten mögen folgende Bemerkungen eine Stelle finden.

Gefässkryptogamen.

Die Armuth dieser Flora an *Calamiten* und *Equisen* sowohl, als an Farnüberresten ist ganz besonders auffallend und gleichheitlich bei Recoaro, wie bei Neumarkt und bei Fünfkirchen constatirt. Nur selten finden sich kleine, schlecht erhaltene Reste von:

1) *Calamites* spec. sowohl bei Recoaro, wie bei Neumarkt in zwar unter sich übereinstimmenden, aber schwierig auf eine bestimmte Art zu beziehenden Formen. die einerseits an *C. leioderma* Gutb. die Geinitz zu *C. infractus* Gutb. zieht, andererseits an *C. arenaceus* Brongn. erinnern. Ohne Zweifel gehört hieher auch *Equisetites Brongniarti* (?) Ung., weche de Zigno (a. a. O. S. 7 Taf. I. Fig. 3) von Recoaro aufführt.

Die nahe Verwandschaft aller dieser Formen bis zum *C. approximatus* der Carbonschichten lässt diese Art als nicht entscheidend erscheinen.

Farne.

2) *Calliopteris?* cf. *conferta* in rauhem Sandstein von Neumarkt schlecht erhalten ist nach Schimper's Bestimmung sehr zweifelhaft

3) Bei Neumarkt fand ich mehrere gut erhaltene Exemplare einer *Taeniopteride*, welche Schimper zu der Bemerkung veranlassten, dass diese Stücke der Grösse nach der *Taeniopteris abnormis* Gutb. gleichen, aber nach der Berippung ganz bestimmt sowohl von dieser Art als von der obercarbonischen T. *multinervis* verschieden sein, dagegen sich durch stärkere Rippen und dadurch, dass diese entfernter stehen und sich in der Nähe der Spindel rasch abbiegen, der *Danaeopsis* gleichkommen. Ob diese Form wirklich zu letzterem Genus zu ziehen sei, könne wegen Mangel der Fruchtorgane nicht entschieden werden.

Bei einer näheren Vergleichung mit Exemplaren von *Danaeopsis marantacea* ergab sich mir eine überraschende Aehnlichkeit, so dass, abgesehen von etwas engergestellten Rippchen bei der alpinen Art (14. auf 0,01 m. Blattlänge gegen 10—12 bei *D. marantacea*), sonst eine Uebereinstimmung unverkennbar ist. Es dürfte daher kaum gewagt sein, diese Form als eine *Danaeopsis* auszusprechen, und als eine neue Art D. *alpina* [34]) zu bezeichnen.

34) Ehe diese Zeilen zum Druck gelangt sind, theilt mir Herr Schimper mit, dass sich die Bedenken gegen diese *Taeniopterisform* dadurch heben lassen, dass man *Taeniopteris Eckardi* Germar (Derst. d. Mansf. Kupfersch.) zum Vergleiche beiziehe. Bei dieser sog. *Taeniopteris* verlaufen die Nerven in gleicher Richtung, wie bei *Danaeopsis*. Stenzel (Taeniopteridea aus dem Rothliegenden) giebt unter dem Namen *Taeniopteris Schenkii* eine ganz ähnliche Form, die an *Danaeopsis* erinnert.

Digitized by Google

4) *Baiera digitata* Brongn. wurde zuerst von Heer auf eine zwar kleinere, aber sonst gut mit der typischen Art des Kupferschiefers übereinstimmende Form von Fünfkirchen bezogen. In den Schichten der Südalpen kehren ähnliche Ueberreste ungemein häufig wieder und gehören zu den verbreitetsten und charakteristischsten des untern Voltziensandsteins bei Recoaro, wie von den Fundstellen bei Botzen. Schimper hat diese Ueberreste ohne Bedenken mit der von Heer erwähnten Dyasspecies von Fünfkirchen identificirt, was wohl nicht zu beanstanden sein dürfte, obwohl die Formen von Südtirol constant etwas grösser selbst als die typischen des Kupferschiefers sind. Ohne die Ansichten der beiden Fachgelehrten kritisiren wollen, darf doch darauf aufmerksam gemacht werden, dass Heer selbst bei seiner Bestimmung beisetzt, „wahrscheinlich", wodurch dieser Identificirung doch nur die Bedeutung grosser Aehnlichkeit beigelegt werden kann.

Losgelöste und mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure behandelte Blatttheile lassen mit dem Mikroskop auf der Oberfläche ein Netzwerk ähnlich dem langgezogenen Blattnetz etwa eines *Dicranums* erkennen.

Die von de Zigno beschriebene *Caulopteris*-Stammstücke habe ich bei Recoaro nicht wieder auffinden können.

Cycadeen.

5) Als *Pterophyllum* wurde nur fraglich von Schimper ein schlecht erhaltener Pflanzenrest bezeichnet, den ich im rauhen Sandstein vor Neumarkt auffand. Auch diese Gattung ist nicht ausschliesslich der Trias angehörig, da wenigstens einzelne Arten schon im Rothliegenden und selbst im Carbon auftreten. Doch hat unsere Form mit diesen älteren Arten geringe Aehnlichkeit und nähert sich mehr den breiten, kurz fiederblättrigen Arten der höheren alpinen Triasschichten.

Digitized by Google

6: *Cordaites* ? spec oder *Yuccites* ? spec. Zahlreiche Fragmente, die sich sowohl bei Recoaro, wie bei Neumarkt vorfinden, hielt zuerst Prof. Schimper als die unter allen Erfunden am meisten den permischen Charakter dieser Flora bestimmende Pflanzenform. Die weitere Untersuchung meiner letzten Zusendung lenkte jedoch Schimper auf einen Vergleich mit der im bunten Sandstein vorkommenden „ganz ähnlichen Art *Yuccites*, bei der nur die Berippung eine andere ist" (vergl. Schimper et Mougeot, plant. foss. d. grés bicarré 1844 p. 42. Taf. 21) und auf jene Blattform aus den Raibler-Schichten, welche Bronn als *Yuccites* (Beit. zur Trias-Fauna und Flora von Raibl in N. Jahrb. 1858 S. 1 u. 129 und Nachtrag 1859 S. 30) beschrieben hat. Schimper bemerkt: „Nun sehen Bruchstücke von den Finderblättchen dieser Cycadee solchen von *Cordaites* sehr ähnlich und es ist daher die Frage aufzuwerfen, ob die anfänglich für *Cordaites* gehaltenen Fragmente nicht zu dieser Cycadee gehören könnte! — Wieder neue Zweifel."

Wie begründet dieser Zweifel ist, geht aus der weitern Beobachtung hervor, dass ich bei Rovegliana auf gleicher Gesteinsplatte mit *Voltzia recubariensis* und *Retzia trigonella* — also sicher Muschelkalk — gleichfalls Fragmente fand, die nach Schimper's Bestimmung mit den Stücken der tieferen Lage nahe übereinstimmen. Mag daher diese Form zu *Cordaites* oder zu *Yuccites* (= *Macropterygium* Schimp.) gehören, dieselbe ist wenigstens für den Dyas-Typus nicht entscheidend, weil die ähnlichsten Formen im alpinen Muschelkalk sicher wiederkehren.

Monocotyledonen.

Aus dieser Abtheilung sind nur wenig deutliche Ueberreste bis jetzt gefunden worden, obwohl in den kohligen

Digitized by Google

Triasschichten Einzelnes liegt, was hieher zu gehören scheint. Sicher ermittelt ist:

7) *Aethophyllum* spec.?, welches Schimper nach Blättchen bestimmt hat, die in dem feinen Schieferthon von Neumarkt eingebettet liegen, in gleicher Weise bei Tramin wiederkehren und neuerlich auch bei Recoaro aufgefunden wurden. Die Blättchen sind sehr langgestreckt, ziemlich gleich breit und deutlich von einem Mittelnerv durchzogen. Schon Massalongo bestimmte Einschlüsse von Recoaro ganz richtig, als hierher gehörig. Es ist diess die neue Art *A. Foetterleanum* (Vergl. de Zigno a. a. O. S. 13, T. III. T. 2—4, T. IV F. 1—3 und T. VIII F. 2—4). Ohne auf die nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit *A. stipulare* des bunten Sandsteins ein grosses Gewicht zu legen, sei hier doch daran erinnert, dass dieses Pflanzengenus bisher als ausschliesslich der Trias eigenthümlich angesehen wurde.

Coniferen.

Weitaus die häufigsten und weitverbreitetsten Pflanzenreste aller Fundorte gehören den *Coniferen* an, so dass im Allgemeinen diese Flora als eine vorherrschende Coniferen-Flora zu bezeichnen ist. Manche kohlige Schichtenstreifchen stellen eine wahre Streulage abgefallener Nadeln und Zweige dar. Die von Heer als *Voltzia hungarica* beschriebene Art geht allen andern an Häufigkeit weit voraus.

8) *Voltzia Massalongi* v. Schaur. spec. (= *Palissya Massalongi* v. Schaur. = *Voltzia hungarica* Heer). Der durch v. Schauroth zuerst bestimmte Pflanzenrest stammt aus Val del Prack bei Recoaro. Ich sammelte an der gleichen Fundstelle Exemplare, die genau mit v. Schauroth's Beschreibung und Abbildung übereinstimmen und die Schimper als *Voltzia hungarica* Heer. bestimmt hat. Meiner Ansicht nach

kann über die Identität dieser verschieden benannten Art kein Zweifel bestehen. Ebenso sicher ist die Uebereinstimmung mit den Einschlüssen bei Neumarkt und Botzen. Durch diesen Nachweis der Identität der Fünfkircher Pflanze mit der von Recoaro[35]) und mit der von Neumarkt ist ein ausserordentlich wichtiger und weitausgebreiteter Schichtenhorizont gewonnen, welcher für den speciellen Nachweis gleichalteriger Schichtencomplexe in dem Bereich alpiner Entwicklung sichere Anhaltspunkte zu geben verspricht.

Von dieser Art trifft man häufiger, als von anderen Formen, noch wohl erhaltene reichbeblätterte Zweige, welche, soweit die Funde bis jetzt ergeben haben, nur e i n e Blattform tragen.

Die Blättchen sitzen zweizeilig an den Zweigen; sie zeigen die Eigenthümlichkeit, an der Ansatzstelle plötzlich knieförmig sich zu biegen und ziemlich weit am Zweige herabzulaufen. Fast auf die ganze Länge gleich breit enden die Blättchen mit stumpfer Abrundung. Der Mittelnerv ist kräftig, Seitennerven fehlen. Nach der früher beschriebenen Methode für das Mikroskop durchsichtig gemacht, zeigt die Epidermis etwas länglich runde Zellen und einzelne runde, nicht besonders ausgezeichnete Spaltöffnungen. In dem inneren Theil der Blätter lässt sich die Struktur nicht deutlich erkennen. Bei Neumarkt sind die zu diesen Pflanzen gehörigen Zapfen ausserordentlich häufig und gut erhalten. Auch Samen, wie sie H e e r abbildet, fehlen nicht. Es ist besonders als wichtig hervorzuheben, dass diese gemeinte Art auch sehr deutlich erkennbar in den

35) Da ich bei Abfassung meiner kurzen Anleitung zu geolog. Beobachtungen in den Alpen nicht selber gesammelte Exemplare vergleichen konnte, ist daselbst S. 104 Fig. 7 fälschlich als *Voltzia vicentina* statt als *V. Massalongi* v. Schau bezeichnet. Auch ist die daselbt als *Voltzia Massalongi (Araucarites M.)* in Fig. 3 dargestellte Form mit *V. recubariensis* zu vereinigen, was ich zu berichtigen bitte.

Google

sandigen grauen Zwischenschichten des sog. Grödener Sandsteins im Aferthal bei Vilnös gefunden wurde, welche dieselbe Lage zu dem hier mächtig und typisch entwickelten Bellerophonkalk und -Dolomit einnehmen, wie bei Neumarkt die Pflanzen-führende Bänke in Bezug auf den gelben Dolomit inne haben. Dadurch ist die Gleichstellung dieses gelben Dolomits, wie er auch an der Mendel, bei Trient und bei Recoaro unmittelbar über dem Pflanzen-führenden Sandstein lagert, mit den Bellerophonschichten erwiesen.

Ferner erscheint sehr bemerkenswerth, dass auch in der viel höher liegenden Muschelkalkschicht neben *Voltzia recubariensis* und ausser der schon erwähnten *Voltzia heterophylla* var. *squarosa* Reste sich vorfinden, die von Schimper als identisch mit der *Voltzia hungarica* bestimmt wurden.

Jeden Falls bezeugt dieses Vorkommen die Continuität der Artenähnlichkeit, die von den tieferen Schichten bis zum Muschelkalk empor reicht.

Diese Art wurde an sämmtlichen vorhergenannten Fundstellen nachgewiesen.

Heer führt von Fünfkirchen noch eine zweite *Voltzia* als *V. Boeckhiana* auf, die bis jetzt in den Südalpen noch nicht entdeckt ist. Dagegen fand ich bei St. Giuliana unfern Recoaro eine Form, welche Schimper als:

9) *Voltzia acutifolia* sehr ähnlich bestimmt hat, die sich durch spitz zulaufende Blätter auszeichnet. Da de Zigno von Recoaro eine mit *Voltzia Massalongi* verwandte Art als *Taxites vicentinus* Mass. anführt und deren Blätter als „elongato-elliptica" im Gegensatz zu jener der *V. Massalongi*, mit „foliis apice obtusis" beschrieben werden; so ist es wahrscheinlich, dass diese Form auf *Taxites vicentinus* zu beziehen ist, die demnach falls sie eine neue Art ist, als *Voltzia vicentina* Mass. spec. aufzuführen wäre.

10) ***Albertia.*** Unter der Bezeichnung *Haidingera*

Endl. hat Massalongo Einschlüsse aus dem Pflanzenlager von Val del Prack als besondere Species: *H. Schaurothiana* beschrieben. Dieses Geschlecht ist identisch mit *Albertia* Schimper (1837).

Dieser Massalongo'schen Art entsprechende Formen finden sich sehr häufig bei Recoaro und bei Neumarkt. Schimper hat einzelne Blättchen als sicher zu *Albertia* gehörig erkannt, ohne jedoch die Species näher zu bezeichnen, die sich den Blattumrissen nach sehr der *A. elliptica* nähert.

Mir scheint, dass auch von Fünfkirchen ähnliche Blätter vorliegen, die jedoch Heer mit zur *Ullmannia Geinitzi* zieht. Da letztere Art nach Schimper's Bestimmung auch bei Recoaro und Neumarkt auftritt, so ist es nöthig, einen näherer Unterschied der sonst in Blattform verwandten Arten angeben. Bei *Albertia* stehen die Blättchen an den Zweigen ziemlich entfernt von einander und biegen fast rechtwinkelig ab, während bei *Ullmannia* die Zweige dicht mit fast ganz anliegenden Blättchen bedeckt werden. Bei *Albertia* sind ferner die Blättchen mehr oder weniger elliptisch, oben abgestumpft, nicht sehr derb, durchsichtig gemacht mit einem Epidermalzellennetz überzogen, das aus länglichen Maschen besteht. Das Blatt von *Ullmannia* ist dagegen derb lederartig, meist ziemlich stark zugespitzt; durchsichtig gemacht zeigt die Epidermis ausgezeichnet rundlich ausgedehnte Zellen und einen wahrscheinlich verdickten Rand. Bei beiden finden sich mehrere Längsstreifchen ohne deutliche Mittelrippe Indem wir die Identität mit *Albertia elliptica* dahingestellt sein lassen, genügt es für unsere Zwecke, die Anwesenheit dieses ausschliesslich der Trias angehörigen Geschlechtes sicher nachgewiesen zu haben

Ullmannia. Zu den merkwürdigsten Einschlüssen der Schichten in den Südalpen, wie bei Fünfkirchen gehören die Pflanzenreste, welche Heer und Schimper übereinstimmend dem Dyasgeschlecht *Ullmannia* zuweisen.

Digitized by Google

11) *Ullmannia Bronni* Göpp. findet sich nach der Bestimmung Schimpers in zahlreichen, isolirten Blättchen und auch in einem kleinen Zweige bei Neumarkt. Die Blättchen sind sehr derb, lederartig, unten meist gekielt, ohne Mittelrippe und von einer sehr engmaschigen, aus kleinen rundlichen Zellen bestehender Epidermis überzogen. Diese Art wurde bis jetzt von Fünfkirchen noch nicht angeführt.

12) *Ullmannia Geinitzi* Heer. Diese von Heer abgetrennte Form findet sich sehr häufig an den drei Fundstellen bei Recoaro sowohl, als bei Neumarkt und Tramin.

Zu diesen Blattresten gesellen sich auch zahlreiche Samen, unter denen bereits des zu *Voltzia Massalongi* gehörenden gedacht wurde. Dazu kommen ferner:

13) *Carpolithes Klockeanus* Gein. von Neumarkt,

14) *Carpolithes Eiselianus* Gein. von Neumarkt,

15) *Carpolithes hunnisus* Heer von Val del Prack und St. Giuliana bei Recoaro und bei Neumarkt.

Endlich kommen in den Sandsteinbildungen, die unzweifelhaft zu dem Pflanzen-führenden Schichtencomplex gehören, an zahlreichen Orten auch Kieselhölzer vor, die nach einer gefälligen Mittheilung von Hr. Boeckh in gleicher Weise auch bei Fünfkirchen sich einstellen. Keines dieser Kieselhölzer trägt den Charakter der sog. Starrsteine des Rothliegenden an sich, sondern alle sind Coniferenhölzer, welche sich dem Typus der *Araucarites*-Hölzer anschliessen, wie ich mich an zahlreichen hergestellten, die innere Struktur deutlich zeigenden Dünnschliffen habe überzeugen können.

Es sei noch bemerkt, dass in dem grünlich grauen Schieferthon des Pflanzenlagers auch einzelne kleine Fischschuppen gefunden wurden.

Digitized by Google

Nach dieser Uebersicht über die bei Recoaro und Botzen bisher beobachteten Pflanzenreste sind:

6 Arten gemeinsam Fünfkirchen und Neumarkt
4 „ „ Fünfkirchen und Recoaro
8 „ „ Recoaro und Neumarkt.

Diese Zahlen bestätigen die Gleichstellung der diese Pflanzenreste beherbergenden Schichten.

Wenn man nun die Frage näher ins Auge fasst, ob sich diese Palaeoflora mehr der Dyas, oder mehr der Trias zuneige, so sind Gründe dafür und dagegen anzuführen.

Lassen wir die Formen wie *Calamites*, *Pterophyllum*, *Cordaites* oder *Yuccites*, *Voltzia* und selbst die *Taeniopteride* als nicht ausschlaggebend ausser Betracht, obwohl fast alle diese Formen mehr zur Trias, als Dyas hinneigen, so sprechen *Baiera* und *Ullmannia* für die Zuweisung zur obersten Dyas, *Aethophyllum* und *Albertia* für die zur Trias. Berücksichtigt man, dass in dieser Flora keine einzige ältere, als Kupferschiefer oder Zechsteinpflanze mit vorkommt, dagegen mindesten nicht selten entschiedene jüngere, so liegt die Entscheidung auf flacher Hand, dass diese Flora weder ganz der Zechstein-, noch ganz der nächst jüngern Röthflora gleichsteht, vielmehr in der Mitte liegen muss zwischen jener des Zechsteins und der nächst jüngeren bekannten der Röthschichten.

Es ist dabei nicht zu vergessen, dass zwischen den Zechsteinschichten und jenen zunächst jüngeren Pflanzen-führenden Lagen des Röths an vielen Stellen eine mächtige d. h. eine zu ihrer Bildung lange Zeit erforderliche Gesteinsreihe liegt, aus der wir so gut wie keine Pflanzenüberreste kennen, obgleich inzwischen sicherlich die Pflanzenwelt nicht ausgestorben, sondern von der Zechsteinflora allmählig zur Röthflora sich fortentwickelt hat. Einem solchen Fortentwicklungsstadium gehört unserer südalpinen Flora an.

Digitized by Google

Es ist ferner in Erwägung zu ziehen, dass der Zechstein mit dem Kupferschiefer die jüngste Stufe der Dyasformation ausmacht, über welcher sofort und unmittelbar die Trias beginnt. Jede Gesteinslage, welche wenn auch nur um ein Weniges jünger ist, als Zechstein, gehört bereits zur Trias, wie wir in Thüringen, im Spessart, im Biebergrund u. s. w. sehen. Die Schichten nun, welche einen Theil der Zechsteinflora, dazu aber noch einen Theil einer entschiedenen jüngeren Flora in sich schliessen, können nicht dem Zechstein selbst gleichgesetzt werden, sondern müssen für eine etwas jüngere Ablagerung angesprochen werde, d. h für eine Ablagerung, die man ganz allgemein bereits der Trias zutheilt.

Dass solche älteste oder ältere Triasgebilde in ihrer ganzen Flora und die den Pflanzensandstein auflagernden Bellerophonkalke in ihrer Fauna noch einen entschieden an die paläolithischen Formen erinnernden, z. Th. mit diesen direkt sich verbindenden Typus an sich tragen, ist nach der allein naturgemässen Anschauung der allmähligen Entwicklung nur nicht auffällig, sondern durfte sogar zum voraus erwartet werden. Denn diese tiefsten Triasglieder stehen den oberen paläolithischen Zeiten und Schichten ungemein viel näher, als selbst den nächsten durch Versteinerungen vergleichbaren Triasgliedern, nämlich dem Röth.

Bei dieser Erwägung verliert die Mischung von paläolithischem und mesolithischem Typus in den Pflanzenresten des unteren Voltziensandsteins der Südalpen nicht nur die Bedeutung einer auffälligen Erscheinung, sondern liefert sogar ein Glied mehr in der langen Kette einer stufenmässig fortschreitenden Entwicklung des organischen Reichs.

Digitized by Google

Herr W. von Beetz sprach:

„Ueber das Wärmeleitungsvermögen der Flüssigkeiten."

Die Ergebnisse der Untersuchungen, welche bisher mit grossem Aufwande von Sorgfalt über das Wärmeleitungsvermögen der Flüssigkeiten angestellt worden sind, [1]) stimmen noch so wenig unter einander überein, dass wir nicht einmal die Reihenfolge, in welcher sich die Flüssigkeiten von den besseren zu den schlechteren Leitern übergehend ordnen lassen, mit Sicherheit kennen. Ein und dieselbe Lösung erscheint nach der einen Angabe als besserer, nach der anderen als schlechterer Leiter als das Wasser. Ich habe mir deshalb die Aufgabe gestellt, nicht sowohl neue Zahlen beizubringen für die absolute Leitungsfähigkeit verschiedener Flüssigkeiten, als vielmehr die Umstände aufzusuchen, welche auf das Leitungsvermögen von Einfluss sind und die Richtung kennen zu lernen, in welcher dasselbe durch diese Umstände verändert wird. Zu diesem Zweck war es vor allen Dingen nöthig, eine grössere Zahl von Flüssigkeiten der Untersuchung zu unterwerfen und dazu schien mir ein Apparat ganz geeignet, den Kundt angewandt hat, um durch

1) Paalzow, Poggend. Ann. CXXXIV p. 618. 1868. Guthrie, Phil. Mag. (4) XXXV p. 283 u. XXXVII p. 468. 1868 u. 69. Philos. Trans. CLIX 2. p. 637. 1870. Lundquist, Undersökning af några vätskors leidningsvörmåga för Värme. Upsala 1869: Monit: scient: 1871 p. 500. Winkelmann, Poggend. Ann. CLIII p. 481. 1874.

Digitized by Google

einen Vorlesungsversuch die Unterschiede im Leitungsvermögen verschiedener Gase nachzuweisen. [2]) Der Apparat (Fig. 1.) besteht aus einem Reagenzglase, welches von einem zweiten, an dasselbe angeschmelzten Rohre nahe umschlossen ist, so dass der Abstand der beiden Rohre von einander nur etwa 2 mm beträgt. Dieser Zwischenraum wurde mit der zu untersuchenden Flüssigkeit bis zu einer Marke m gefüllt; in das innere Glas wurde eine stets gleiche Quecksilbermasse gegeben und in diese das Gefäss eines in hundertel Grade getheilten Thermometers gesenkt, welches durch einen Kork in der Rohrmündung befestigt war. Nun wurde der untere Theil des Apparates bis zur Höhe w w in ein bis zu einer bestimmten Temperatur erkältetes oder erwärmtes Wasserbad getaucht und darin gelassen bis das Thermometer eine bestimmte Temperatur anzeigte; dann wurde er aus diesem Bade in ein anderes von 20° gebracht und wurden nach einer Secundenschlaguhr die Zeiten notirt, zu welchen das Thermometer eine Temperatur-Erhöhung oder Erniedrigung um je 2 Grad anzeigte. Aus dem Gange des Erwärmens oder Erkaltens wurde ein relatives Maass für das Leitungsvermögen der dünnen Flüssigkeitsschicht gewonnen. Die Methode ist also im Ganzen die gleiche wie die, welche zuerst Narr, dann Stefan zur Untersuchung des Leitungsvermögens der Gase, und Winkelmann zur Untersuchung des Leitungsvermögens der Flüssigkeiten anwandten, nur erlaubt sie keine absoluten Bestimmungen, weil die Dimensionen des Apparates nicht genau angegeben werden können, auch ist die Verbindung zwischen dem äusseren und dem inneren Rohr durch einen ziemlich guten Wärmeleiter, das Glas, hergestellt, freilich in ziemlich grossem Abstande von der leitenden Flüssigkeit. Dagegen gestattet der Apparat die Untersuchung aller Flüssigkeiten,

---

2) Wiedem. Ann. II. p. 384. 1877.

welche das Glas nicht angreifen und ist überhaupt ungemein leicht zu handhaben. Kundt hat schon bemerkt, dass auf einen störenden Einfluss der Strömungen in den dünnen Schichten nicht zu rechnen sei und dass ebensowenig die Strahlung eine bedeutende Rolle spiele. Meine Versuche zeigen, dass das für Gase Ausgesprochene sich auch für Flüssigkeiten hinreichend bewährt; dagegen liegt eine Fehlerquelle in der Wärmeleitung, welche zwischen dem inneren und äusseren Glasrohr durch die Substanz des Glases selbst stattfindet und in der Erwärmung oder Erkaltung des aus dem Bade herausragenden Röhrentheils. Diese Fehler, von deren Einfluss Vorversuche mit leerem Apparate ein ungefähres Bild geben, sind indess wieder gleichgiltig, wenn es sich nicht um die Herstellung absoluter Werthe, sondern um die Lösung der oben gestellten Aufgabe handelt. Alle Beobachtungen wurden bei einer Lufttemperatur, welche zwischen 19°,5 und 20°,5 lag, angestellt. Durch Oeffnen und Schliessen der Heizklappen, der Fenster, der lichtdichten Läden, Anzünden oder Auslöschen der Gasflammen gelang es mir, die Temperatur immer sehr nahe an 20° zu halten. Wenn einmal die oben bezeichnete Grenze nicht eingehalten wurde, so ist die Versuchsreihe nicht mit aufgenommen worden. Das Kühl- (oder Wärm-) Wasser wurde nicht bewegt. Es ist richtig, dass sich in ruhendem Wasser eine Schichte um den Apparat bildet, welche eine etwas höhere Temperatur annimmt. Das drückt sich auch deutlich in den Versuchen aus. Ich benütze aber die der schliesslichen Temperatur 20° nahe liegenden Temperaturen gar nicht mehr, so dass innerhalb der Grenzen, die in Betracht zu ziehen sind, jener nachtheilige Einfluss nicht bemerkbar ist. Durch Eintauchen in schmelzendes Eis, welches Narr [3]) bei seinen Versuchen über die Wärmefortpflanzung in Gasen anwandte,

3) Poggend. Ann. CXLII p. 123. 1871.

gelang es mir durchaus nicht, ganz übereinstimmende Resultate zu erhalten; das ist auch ganz begreiflich, denn nur da, wo ein festes Eisstück das Glasrohr berührt, wird dessen Wärme sofort zum Schmelzen von Eis verbraucht, wo aber Eiswasser an das Rohr grenzt, da wird dasselbe ebenfalls dem Rohre nicht sofort alle Wärme entziehen. Eine Rührvorrichtung, wie sie Winkelmann anwandte, ist also durchaus angezeigt, wenn man die Rohrwand bis zuletzt auf der gleichen Temperatur halten will Ich habe auch versucht, statt des Kühlwassers Quecksilber anzuwenden und zwar mit sehr gutem Erfolg, aber die Handhabung des Apparates wurde dadurch sehr erschwert, und während ich mir sehr leicht Wasser von genau 20^0 verschaffen konnte, war es für Quecksilber sehr schwer, diese Temperatur festzuhalten.

Das Füllen des Apparates bis zur Marke geschah ebenfalls stets zwischen 19^0,5 und 20^0,5. Die Genauigkeit, mit der die Füllung vor sich geht prüfte ich, indem ich den Apparat leer und dann mit einer Reihe von Flüssigkeiten, deren specifisches Gewicht zwischen denselben Temperaturgrenzen bestimmt war, gefüllt wägte. Das aus dieser Wägung im Vergleich mit der Wägung des mit Wasser gefüllten Apparates berechnete specifisches Gewicht stimmt gut mit dem mittelst der Mohrschen Wage gefundenen überein. Es war beispielsweise das specifische Gewicht für

	durch die Mohrsche Wage	durch Wägung des Apparates
Alcohol	0,804	0,809
Glycerin	1,228	1,226
Kochsalzlösung	1,190	1,188
Chlorzinklösung	1,398	1,390

Beim Erwärmen oder Erkalten wird das Volumen der Flüssigkeit verändert. Für die relativen Versuche kommen aber nur die Unterschiede der Ausdehnung der verschiedenen Flüssigkeiten in Betracht und es zeigte sich, dass absichtlich

hervorgebrachte Unterschiede in diesem Betrage keinen merklichen Einfluss auf den Gang der Versuche hatten.

Die Messungen, welche ich angestellt habe, zerfallen in zwei Gruppen, welche in den Tabellen I und II mitgetheilt sind. Die erste Gruppe enthält Versuche bei Temperaturen unter, die zweite bei Temperaturen über 20°. Bei der ersten wurde der Apparat in schmelzendes Eis gebracht, bis 1° abgekühlt, ausgehoben, sorgfältig abgetrocknet und in dem Augenblick, in welchem das Thermometer 2° zeigte, in das Wasser von 20° gebracht. Dieses Wasser hatte immer dieselbe Höhe, da es schon vor dem Eintauchen des Apparates sein geräumiges Gefäss bis zum Rande anfüllte, und beim Eintauchen überfliessen musste. Bei der zweiten Gruppe wurde der Apparat in einem Wasserbade von 50° bis 45° erwärmt, ausgehoben, abgetrocknet und bei 44° in das Kühlwasser von 20° gebracht. Mit derselben Flüssigkeit, selbst bei erneuerter Füllung des Apparates, angestellte Messungen ergeben eine oft vollkommene Uebereinstimmung im Gange der Erwärmung oder Abkühlung. Abweichungen fanden besonders bei Salzlösungen statt, und ich habe bemerkt, dass sich frisch bereitete Lösungen, selbst wenn sie zuvor filtrirt waren, immer etwas anders verhielten, wie ältere Lösungen: eine Bemerkung, die ich an einem anderen Ort auch schon in Bezug auf das electrische Leitungsvermögen von Salzlösungen gemacht habe.[4])

Vorläufige Versuche zeigten, dass der Anfang des Temperaturganges ein scheinbar gesetzloser war, was sehr natürlich ist, da in dieser ersten Periode der Gang des Erwärmens oder Erkaltens vor Allem von der specifischen Wärme der Flüssigkeiten abhängig ist. Die Curven, durch welche ich den Temperaturgang darstellte, zeigten in der ersten Gruppe ein zu steiles Ansteigen bis 4°, in der zweiten bis 38°. Ich

4) Wiedem. Ann. VII. 1879.

habe deshalb erst von diesen Temperaturen, von denen an der Gang der Erwärmung oder Abkühlung ein stationärer war, die Zählung begonnen. Die so gewonnenen Zahlen sind in die Tabellen eingetragen und zwar enthält die Spalte Θ die Temperaturen, so dass also für Tabelle I die Anfangstemperatur = 4°, für Tabelle II aber = 38° ist. Die Zählung wurde in der ersten Gruppe bis 16°, in der zweiten bis 26° fortgesetzt, d. h. beide mal um 12°. Die Beobachtungen für 28° fehlen, weil der Kork den betreffenden Theilstrich des Thermometers deckte. Die Spalte t enthält die Zahl der Secunden, um welche die einzelnen Temperaturen später beobachtet wurden, als die Anfangstemperatur.

Weiter habe ich den Tabellen noch eine Spalte hinzugefügt. Es ist nämlich aus den aufgeführten Beobachtungen die Abkühlungs- (bez. Erwärmungs-) Geschwindigkeit v nach dem Abkühlungsgesetze

$$v = \frac{\mathrm{l\ nat}\,\frac{\tau_0}{\tau}}{t}$$

berechnet, wo τ_0 der (negative oder positive) Temperaturüberschuss des Thermometers über die Temperatur des Wärm- (oder Kühl-) Wassers beim Beginn der Zählung und τ der Ueberschuss zur Zeit t ist. Entsprechend dem von Winkelmann in seine Tabellen aufgenommenen relativen Maasse für v habe ich auch für meine Versuche

$$v \log e = \frac{\log \tau_0 - \log \tau}{t}$$

berechnet diesen Ausdruck mit 10^{-5} c bezeichnet und die Werthe von c in die Tabelle eingetragen. Beide Tabellen beginnen mit den extremen Messungen am leeren (mit Luft gefüllten) und an dem mit Quecksilber gefüllten Apparate.

Digitized by Google

Tabelle I.

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Luft				Quecksilber			
6	63	92	60	96	5	1160	5	1160
8	130	96	129	98	11	1135	10,5	1189
10	212	97	212	97	17	1201	19,5	1047
12	311	97	312	97	30	1009	30	1009
14	442	97	444	96	44	970	44	970
16	634	95	637	94	65	926	65	926
	Wasser							
6	14	414	15	387	14	414	15	387
8	30	416	30,5	409	30	416	30	416
10	49	416	49,5	412	50	408	49	416
12	73,5	414	72,5	415	72	418	72,5	415
14	104	410	104	410	103	413	104	410
16	153	393	153	393	152	396	153	393
	Schwefelsäure (1,806)				Glycerin (1,228)			
6	16	362	16	362	18	321	18	321
8	34	367	34	367	37	338	37	338
10	54	378	54	378	60	340	60	340
12	79	381	79	381	88	342	88	342
14	112,5	378	113	377	126	338	125	340
16	164	366	164	366	185	326	185	326
	Schwefelkohlenstoff (1,272)				Chloroform (1,488)			
6	11,5	504	11	527	12	483	12	483
8	24,5	509	24,5	509	26	480	26,5	471
10	38,5	514	39	502	42	486	42,5	480
12	57,5	523	58	519	64	470	65	463
14	82,5	516	83	513	94	450	95	448
16	123,5	488	124	485	142	424	143	421

Digitized by Google

(Tabelle I Fortsetzung.)

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Alcohol (0,804)				Aether (0,724)			
6	17,5	332	18	321	14	414	14,5	400
8	36	359	36	359	28	444	28	444
10	57	358	57	358	43	474	43,5	466
12	83	362	83	362	63	478	63	478
14	118	361	118	361	91	468	91	468
16	174	346	174	346	135	453	135	453
	Benzin (0,691)				Olivenöl (0,915)			
6	15	387	15	387	22	264	22	264
8	31	403	30	416	47	266	47	266
10	50	408	49	416	75	273	76	268
12	74	406	72	418	111	271	112	269
14	107	398	105	405	159	268	160	265
16	163	363	160	376	233	258	235	256
	Natriumchlorid in Wasser (1,110)				Natriumchlorid in Wasser (1,2[illegible])			
6	14	414	14	414	14	414	13,5	429
8	30	416	30	416	29	430	29	430
10	48	423	47	433	46	443	48	423
12	70	430	69	436	68	442	70	430
14	99	430	98	434	97	443	99	430
16	144	411	144	411	142	424	145	417
	Calciumchlorid in Wasser (1,128)				Calciumchlorid in Wasser (1,345)			
6	14	414	14	414	14	414	13	446
8	30	416	29,5	423	29	430	29	430
10	48	423	47	433	47	433	47	433
12	71	428	70	430	70	430	69	436
14	102	417	101	421	100	426	98	434
16	150	401	149	404	148	407	146	412

Digitized by Google

(Tabelle I Fortsetzung).

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Kupferchlorid in Wasser (1,125)				Kupferchlorid in Wasser (1,258)			
6	14,5	400	14	414	13,5	429	14	414
8	31	403	31	403	29	430	29,5	423
10	50	408	50	408	47,5	428	48	423
12	73	413	73,5	411	71	424	71	424
14	105	405	105	405	101,5	419	102	417
16	155	389	155	389	152	396	153	393
	Kupfernitrat in Wasser (1, 97)				Kupfernitrat in Wasser (1,455)			
6	14	414	14	414	15	387	15	387
8	30,5	409	30	416	32	390	31,5	396
10	48	423	47	433	50	408	49	416
12	71	424	70	430	74	406	73	412
14	101	421	100	426	106	401	104	410
16	148	407	147	409	157	383	155	389
	Ammoniumkupfersulphat (1,086)				Zinkchlorid in Wasser (1,132)			
6	14	414	15	387	13	446	13	446
8	30	416	30	416	28	444	28	444
10	49	416	49	416	48	423	47	433
12	72	418	72,5	415	68	442	69	436
14	103	413	104	410	98	434	99	430
16	152	396	152	396	149	404	149	404
	Zinkchlorid in Wasser (1,310)				Zinkchlorid in Wasser (1,370)			
6	15	387	15	387	16	362	16,5	352
8	31,5	396	31,5	396	34	361	34,5	359
10	49,5	412	50	408	54	378	55	371
12	72	418	72,5	415	80	376	80	376
14	101,5	419	102	417	115	370	115	370
16	149,5	402	150	401	168	358	168	358

Digitized by Google

(Tabelle I Fortsetzung.)

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Eisenchlorid in Wasser (1,126)				Eisenchlorid in Wasser (1,244)			
6	13	446	14	414	15	387	15,5	374
8	30	416	30	416	32	390	33	378
10	48	423	48	423	52	392	53	385
12	71	428	71	428	76	396	77	391
14	101	421	102	417	109	391	110	387
16	148	407	149	404	161	374	162	371
	Verdünnte Schwefelsäure (1,083)				Verdünnte Schwefelsäure (1,496)			
6	15	387	14	414	15	387	15	387
8	30	416	30	416	31	403	31	403
10	49	416	50	408	49,5	414	51	402
12	73	412	75	401	73	412	75,5	399
14	105	405	106	401	105	405	107	398
16	155	389	156	387	154	391	156	387
	Cyanin in Alcohol (0,805)				Eisenchlorid in Alcohol (0,893)			
6	16,5	352	17,5	332	20	290	20	290
8	35,5	352	35,5	352	40	312	41	305
10	57	358	57	358	62	329	64	319
12	83	362	83,5	360	90	334	93	323
14	119	358	118,5	359	128	333	131	325
16	175	344	174,5	343	188	320	191	314
	Kupferchlorid in Alcohol (0,828)				Kupferchlorid in Alcohol (0,8[illegible]2)			
6	19	305	19	305	20	290	19	305
8	38	331	38	331	40	312	39	320
10	59	346	59	346	63	324	62	329
12	86	350	86	350	91	331	90	334
14	122	349	122	349	128	332	128	332
16	181	332	181	332	188	320	188	320

(Tabelle I Fortsetzung.)

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Eisenchlorid in Aether (0,931)				Schwefelkohlenst. und Alcohol (1,257)			
6	20	290	20	290	16	362	15	387
8	39,5	313	39,5	313	33	378	32,5	384
10	62	329	62	329	53	385	53	385
12	90	334	90	334	77	391	77	391
14	128	332	128	332	110,5	385	111	383
16	191	315	191	315	163	369	163	369
	Glycerin und Wasser (1,125)				Quittenschleim, dünn			
6	16	362	16	362	14	414	14	414
8	34	367	34	367	31	403	30	416
10	55	371	55	371	49,5	412	50	408
12	81	372	81	372	73	412	73	412
14	116	367	116	367	105	405	105	405
16	171	352	171	352	155	389	155	389
	Quittenschleim, dick				Stärkekleister			
6	14	414	14	414	14	414	14	414
8	30	416	30	416	30,5	409	31	403
10	49	416	50	408	49	416	49	416
12	73	412	73	412	73	412	73	412
14	104,5	407	105	405	105	405	105	405
16	155	389	156	386	157	383	156	386

Digitized by Google

Tabelle II.

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Luft				Quecksilber			
38	39	117	40	114				
36	79	123	83	117	7,5	1292	7,5	1292
34	125	124	132	117				
32	189	117	193	115	17	1300	16,5	1344
28	345	115	348	114	30,5	1304	30	1326
26	450	116	458	114	43	1216	42,5	1230
	Wasser							
38	7	653	7,5	601	7	653	7	653
36	15	646	15	646	14,5	668	15	668
34	23	673	23	673	23,5	654	23	673
32	33	672	33	672	32,5	682	33	672
28	61	652	61	652	61,5	647	61,5	647
26	82	637	83	630	82,5	633	83	630
	Schwefelsäure (1,806)				Glycerin (1,228)			
38	10,5	435	11	415	12	381	12,5	355
36	22	440	22	440	25	388	25,5	376
34	34,5	449	34,5	449	39,5	389	39,5	389
32	49,5	428	49	432	56,5	375	56,5	375
28	88,5	449	89	447	100	398	100,5	395
26	117,5	445	117	447	132	396	132,5	395
	Schwefelkohlenstoff (1,272)				Chloroform (1,488)			
38	6	761	6	761	7	653	7	653
36	13	745	13	745	14,5	668	15	646
34	20,5	760	20,5	760	23,5	654	24	645
32	29	765	29	765	33,5	662	34,5	643
28	54	737	54	737	62,5	636	63	631
26	72,5	721	72	726	85	615	86	608

Digitized by Google

(Tabelle II Fortsetzung).

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Benzin (0,691)				Olivenöl (0,915)			
38	8,5	537	8	571	15,5	295	15	304
36	16,5	587	16,5	587	32	303	31	312
34	26	596	26	596	51	304	50	310
32	37	599	37	599	72	307	71	312
28	67	591	67	591	129	308	127	313
26	90	581	90	581	169	309	167	313
	Alcohol (0,804)				Alaun in Wasser (1,046)			
38	8	571	8	571	7	653	7	653
36	16,5	587	17	570	14,5	668	14,5	668
34	26,5	584	27	574	23	673	23	673
32	38,5	576	38,5	576	33,5	662	34	659
28	72,5	548	73	545	62	642	62,5	636
26	99,5	525	100	523	83,5	626	84	622
	Natriumchlorid in Wasser (1,110)				Natriumchlorid in Wasser (1,200)			
38	7	653	7	653	7	653	7	653
36	14	692	15	646	15	646	15	646
34	23	673	23	673	23,5	654	24	645
32	33	672	33	672	34	659	34	659
28	60,5	657	60	663	62	642	62	642
26	82	637	81	645	84	622	84	622
	Calciumchlorid in Wasser (1,128)				Calciumchlorid in Wasser (1,345)			
38	7	653	7	653	8,5	537	8,5	537
36	16	606	16,5	587	18	538	17,5	554
34	25,5	607	26	596	28,5	543	28	553
32	36	616	36	616	40	554	39,5	562
28	65	612	65	612	73	545	71,5	557
26	87	601	87	601	97	539	95,5	546

Digitized by Google

(Tabelle II Fortsetzung).

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Kupferchlorid in Wasser (1,125)				Kupferchlorid in Wasser (1,258)			
38	7	653	7	653	8,5	537	9	508
36	14,5	668	14,5	668	17	570	18	538
34	22,5	689	23	673	27	574	28	553
32	32	662	33	672	38	583	39	569
28	60,5	657	62	642	69	575	70	568
26	82,5	637	84	622	92	568	93	562
	Kupfernitrat in Wasser (1,097)				Kupfernitrat in Wasser (1,455)			
38	7	653	7	653	8,5	537	8	571
36	14,5	668	14,5	668	17,5	554	17	570
34	23	673	22,5	689	27,5	563	27	574
32	33,5	662	33	642	39,5	562	39	569
28	61,5	647	61,5	647	71,5	556	72	552
26	84,5	618	84	622	96,5	541	97	539
	Ammoniumkupfersulphat i. W. (1,066)				Zinkchlorid in Wasser (1,132)			
38	7	653	7	653	7	653	7	653
36	14,5	668	14,5	668	15	646	15	646
34	24	645	23	673	23,5	659	23	673
32	33	672	33,5	662	32,5	682	33	672
28	62	642	62	642	61	652	61	652
26	85	615	83,5	626	81	645	83	630
	Zinkchlorid in Wasser (1,310)				Zinkchlorid in Wasser (1,870)			
38	7	653	7,5	601	10	457	10,5	435
36	14,5	668	15	646	21,5	451	22	440
34	23	673	23	673	34	455	34,5	449
32	33,5	662	34	652	49	432	49	432
28	62	642	63	631	88	452	88	452
26	84	622	84	622	117	447	117	447

Digitized by Google

(Tabelle II Fortsetzung.)

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Eisenchlorid in Wasser (1,126)				Eisenchlorid in Wasser (1,496)			
38	7	653	6,5	703	9	508	8,5	537
36	15	646	15	646	17,5	554	17,5	554
34	23	673	23	673	28	553	27,5	563
32	34	659	33	672	40	554	39	569
28	62	642	61	652	73	545	71	560
26	85	615	83	630	98	533	96	544
	Verdünnte Schwefelsäure (1,083)				Verdünnte Schwefelsäure (1,496)			
38	7	653	7	653	8,5	537	9	508
36	13	745	13	745	18,5	524	20	484
34	21,5	720	22	708	29,5	525	31	500
32	31	715	32	693	42	528	43	516
28	57	698	57	698	77,5	513	79	503
26	78	670	79	662	102,5	510	104	502
	Cyanin in Alcohol (0,805)				Eisenchlorid in Alcohol (0,893)			
38	8	571	8	571	8,5	537	8,5	537
36	17	570	17	570	18	538	18	538
34	26	595	26	595	28,5	543	28,5	543
32	39	569	39	569	41	541	42	528
28	73	545	73	545	77	517	79	503
26	100	523	100	523	106	493	108	484
	Kupferchlorid in Alcohol (0,828)				Kupferchlorid in Alcohol (0,892)			
38	9	508	8	571	9	508	9	508
36	18	538	17	570	18	538	18	538
34	28	553	27	574	29,5	525	30	516
32	40	554	39	569	41	541	42	528
28	75	530	74	538	78	510	78	510
26	103	507	101	517	106	493	107	488

Digitized by Google

(Tabelle II Fortsetzung.)

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Alcohol und Schwefelkohlenst. (1,000)				Glycerin u. Wasser (1,125)			
38	7,5	601	7,5	601	9,5	481	10	451
36	15	646	15	646	20	484	20	484
34	23,5	659	23	673	31,5	491	32	481
32	34	659	33,5	662	45,5	487	46	482
28	62	642	61	652	82,5	482	83	479
26	85	613	84	622	109	479	110	475
	Quittenschleim, dünn				Quittenschleim, dick			
38	9	508	8,5	537	8,5	537	9	508
36	19	510	18,5	542	18,5	524	19	510
34	30	516	30	516	30	516	30	516
32	42	528	42,5	522	42,5	522	42	528
28	76,5	520	76,5	520	76,5	520	76	523
26	101	517	101	517	101	517	101	517
	Stärkekleister							
38			9	508	9	508		
36			19	510	18,5	524		
34			29	534	29	534		
32			42	528	42,5	522		
28			76	523	76	523		
26			100	523	100	523		

Digitized by Google

Die in den vorstehenden Tabellen aufgeführten Werthe von c stimmen im Allgemeinen hinreichend unter einander überein, nur der erste und der letzte fällt meist zu klein aus; der erste, weil der Zustand noch kein ganz stationärer geworden ist, der letzte, weil die Temperatur des Bades in der Nähe des Glasrohres sich, wie früher besprochen, merklich geändert hat. Ich habe deshalb zur Herstellung von Mittelwerthen immer die vier mittelsten Beobachtungen benützt, also in der Gruppe I die bei 8, 10, 12 und 14^0, bei Gruppe II die bei 36, 34, 32 und 28^0. Für jede der der Untersuchung unterworfenen Flüssigkeiten habe ich je zwei Beobachtungsreihen, für Wasser je vier, angestellt und theile unten die Mittelwerthe für c aus jeder Reihe, und dann das Mittel für beide (bez. die vier) Reihen mit. Zunächst beziehen sich die Beobachtungen auf zehn Flüssigkeiten. Für die höheren Temperaturen musste der Aether selbstverständlich von der Betrachtung ausgeschlossen bleiben. Von den besseren zu den schlechteren Wärmeleitern fortschreitend ordnen sich diese Flüssigkeiten in beiden Gruppen so:

I.

zwischen 8 und 14^0.

Quecksilber			1079	1054	Mittel: 1066
Schwefelkohlenstoff			515	511	513
Chloroform			477	465	468
Aether			466	464	465
Wasser	413	411	414	414	413
Benzin			404	414	409
Schwefelsäure			376	376	376
Alcohol			360	360	360
Glycerin			339	340	340
Olivenöl			269	262	266

II

zwischen 36 und 28°.

Quecksilber			1299	1321	Mittel: 1310
Schwefelkohlenstoff			738	738	738
Wasser	661	661	663	663	662
Chloroform			655	641	648
Benzin			593	593	593
Alcohol			574	566	570
Schwefelsäure			451	451	451
Glycerin			387	385	386
Olivenöl			305	312	308

Was zunächst die Leitungsfähigkeit des Quecksilbers betrifft, so erscheint dieselbe nur etwa doppelt so gross, wie die des Schwefelkohlenstoffs, was unmöglich richtig sein kann. Der Grund hierfür liegt wohl darin, dass Quecksilber die Glaswände nicht benetzt, dass also zwischen Glas und Quecksilber sich zwei isolirende Luftschichten befinden. Auf solche, das Glas nicht benetzende Flüssigkeiten ist die Methode nicht anwendbar. Von den übrigen Flüssigkeiten sind ausser Wasser Glycerin, Alcohol und Chloroform von Guthrie, Schwefelkohlenstoff, Alcohol und Glycerin von Winkelmann untersucht worden. Nach Guthrie würde Chloroform der schlechteste aller Leiter sein, Glycerin dem Wasser nahe stehen und Alcohol seinen Platz zwischen beiden finden, was weder zu meinen Versuchen in Gruppe I noch in Gruppe II passt; dagegen giebt Winkelmann ganz dieselbe Reihenfolge an, welche ich fand. Da seine Versuche bei niederer Temperatur angestellt wurden, so entsprechen sie meiner Gruppe I. Ich habe schon oben bemerkt, dass meine Versuche nicht den Anspruch machen, die wahren Werthe für die Leitungsfähigkeiten zu liefern, sondern nur zu zeigen, welche Flüssigkeit die besser leitende ist und durch welche Umstände sie besser oder schlechter leitend wird. Wenn ich

dennoch meine Zahlen für die eben genannten Flüssigkeiten in die von Winkelmann angewandte Einheit übersetze, so würden sie sich so ergeben:

	Winkelmann.	Bz.
Schwefelkohlenstoff	0,002003	0,001912
Wasser	0,001540	0,001540
Alcohol	0,001506	0,001342
Glycerin	0,000748	0,001267

Die Reihenfolge der aufgeführten Flüssigkeiten ist in beiden Gruppen nicht die gleiche. Während zwischen 8 und 14° Chloroform ein weit besserer Leiter ist, als Wasser, leitet es zwischen 36 und 28° etwas schlechter und während Alcohol in der ersten Gruppe schlechter leitet, als Schwefelsäure, übertrifft er dieselbe an Leitungsvermögen in der zweiten beträchtlich. Dem entsprechend sieht man in Tabelle I die Werthe von c für Chloroform mit wachsender Temperatur, und in Tabelle II die Werthe von c für Alcohol mit sinkender Temperatur abnehmen, während man weder für Wasser, noch für Schwefelsäure ähnliche Regelmässigkeiten wahrnehmen kann. Die beigegebenen Curventafeln Fig. 2 und 3 vergegenwärtigen den Gang der Erwärmung oder Abkühlung und lassen namentlich die eben erwähnte Veränderung in der Reihenfolge der Leitungsfähigkeiten übersehen.

Was nun den Zusammenhang zwischen der Reihenfolge der Leiter und ihren sonstigen physikalischen Eigenschaften betrifft, so bemerkt man sogleich, dass die leichtflüssigen: Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Aether an Leitungsfähigkeit den schwerer flüssigen voran stehen. Am schlechtesten würden in dieser Beziehung in der That Olivenöl, Glycerin, concentrirte Schwefelsäure leiten, während Wasser ungefähr die Mitte zwischen guten und schlechten Leitern hielte. Nur der Alcohol bequemt sich diesem Gesetze nicht an, er verhält sich wie ein schwerflüssiger Körper. Irgend eine andere

seiner physikalischen Eigenschaften muss ihm diese schlechte Leitungsfähigkeit verleihen. Wenn man die specifischen Wärmen der aufgeführten leichtflüssigen Körper mit Hilfe der Regnaultschen Interpolationsformeln für die Temperatur 20° berechnet und mit Zugrundlegung der oben angegebenen specifischen Gewichte auf gleiche Volumina bezieht, so erhält man folgende Zahlen:

Schwefelkohlenstoff	0,301
Chloroform	0,347
Aether	0,387
Benzin	0,272
Alcohol	0,459

Hier steht allerdings Alcohol auch am Ende der Reihe; im Uebrigen aber ist keine Analogie zwischen dieser Reihe und der der Leitungsfähigkeiten zu finden. Die von Tyndall[5]) angegebene Reihenfolge, in welcher die Flüssigkeiten die in sie eindringenden Wärmestrahlen absorbiren, ist folgende:

Schwefelkohlenstoff	8,4 p C.
Chloroform	25,6
Benzin	55,7
Aether	73,5
Alcohol	78,6
Wasser	86,1

Auch hier stehen die bestleitenden Schwefelkohlenstoff und Chloroform oben, Alcohol fast unten an, aber das Wasser findet eine ganz falsche Stelle. Immerhin schien mir zu der Vermuthung Veranlassung gegeben, dass die Durchwärmigkeit der Flüssigkeiten die Bestimmung der Leitungsfähigkeiten ganz illusorisch machen könnte. Ich färbte deshalb Alcohol mit Cyanin tief blau, und untersuchte die

5) Philos, Trans. 1864. p. 327.

Digitized by Google

Abkühlungsgeschwindigkeit dieser Lösung. Dieselbe findet sich aus

Tab. I.	357	357	Mittel	357
Tab. II.	570	570		570

während für farblosen Alcohol bezüglich 360 und 570 gefunden war. Man bemerkt also gar keinen Unterschied im Leitungsvermögen. Nun kann man freilich einwenden, Cyaninlösung lasse einen schmalen Streifen rother Strahlen hindurchgehen, welche vorzugsweise die wärmenden sein könnten; aber die weiter unten aufgeführten Messungen an Alaun- und Kupfersalzlösungen, welche die weniger brechbaren Strahlen ganz absorbiren, zeigen, dass auch dadurch in dem Leitungsvermögen der Flüssigkeiten dem von farblosen Lösungen gegenüber kein bemerkbarer Unterschied eintritt. Nur in Bezug auf den sehr stark durchwärmigen Schwefelkohlenstoff dürfte die Vermuthung gerechtfertigt sein, dass die Durchstrahlung sein Leitungsvermögen doch grösser erscheinen lässt, als es ist. Jedenfalls müssen es andere physikalische Eigenschaften sein, welche in ihrer Gesammtwirkung den Alcohol unter die schlechtleitenden Flüssigkeiten stellen.

Was nun den augenscheinlichen Einfluss der grösseren oder kleineren Beweglichkeit der Flüssigkeiten auf ihre Leitungsfähigkeit betrifft, so liegt der Gedanke nahe, dass die Wärmefortpflanzung in flüssigen Körpern überhaupt nur durch Strömungen stattfinde. Freilich können bei der von Narr, Stefan, Winkelmann und mir angewandten Art der Erwärmung, bei welcher die eine Wandfläche ihrer ganzen Ausdehnung nach die eine, die andere Wandfläche ebenfalls ihrer ganzen Ausdehnung nach die andere Temperatur hat, nicht Strömungen entstehen wie in einer von unten her erwärmten Flüssigkeitsmasse, wohl aber solche, wie in der Luft eines zwischen einer warmen und einer

kalten Wand liegenden Kamins. Die Flüssigkeit kann an der wärmeren Wand auf-, an der kälteren absteigen. Bei dem engen Raume, der hier zur Bewegung freigegeben ist, sind allerdings starke Strömungen nicht zu erwarten. Ich füllte indess doch, um mich durch den Versuch von dem wahren Vorgange zu überzeugen, den Raum zwischen den Röhren meines Apparates mit Wasser, in welchem ich Semen lycopodii vertheilt hatte, und richtete dann ein Mikroscop mit grosser Focaldistanz (bei 30 maliger Vergrösserung) auf die Mitte des Glasrohres. Man sah dann den Staub sich zum Theil nach oben, zum Theil nach unten bewegen, während ein dritter Theil suspendirt blieb. War Ruhe eingetreten, so wurde 50° warmes Wasser in das innere Rohr gegossen. Sogleich begannen die Staubtheilchen sich zu bewegen und zwar die der kalten Aussenwand näher liegenden nach unten, die dem warmen Rohre näher liegenden nach oben. Durch Verschiebung der Mikroskops waren beide leicht von einander zu unterscheiden, da man nie beide gleichzeitig deutlich sehen kann. In der That also findet eine solche Strömung statt, welche einen Theil des Wärmeaustausches übernehmen kann; es fragt sich nur, wie gross dieser Antheil ist. Um das zu erfahren, machte ich das Wasser unbeweglich durch Beimischung von Quittenschleim oder von Stärkemehl. Schon eine dünne Quittenschleimlösung zeigte keine Bewegung mehr; einer dicken, welche nur durch Coliren gereinigt war, brauchte gar kein fremder Körper beigemengt zu werden; die pflanzlichen Reste dienten sehr gut als Zeiger für eine etwa eintretende Bewegung. Beim Eingiessen des warmen Wassers in das innere Rohr blieb alles ruhig. Der Apparat wurde ferner mit Wasser gefüllt, in welchem Stärkemehl fein vertheilt war und dann bis zur Siedtemperatur erhitzt, so dass sich ein ganz homogener Kleister bildete, der nach dem Erkalten völlig steif war. Alle drei Substanzen, dünner Quittenschleim, dicker

Digitized by Google

Quittenschleim und Stärkekleister wurden nun auf ihr Leitungsvermögen untersucht; c wurde gefunden nach Tabelle

I.

dünner Quittenschleim	408	410	Mittel	409
dicker „ „	413	410		411
Stärkekleister	410	409		410

II.

dünner Quittenschleim	518	520	Mittel	519
dicker „ „	519	520		519
Stärkekleister	524	526		525

gegen Wasser nach Tabelle I = 413
Tabelle II = 662

Bei niederer Temperatur war also das Beimischen der Stoffe, welche die Beweglichkeit des Wassers hinderten, fast gleichgiltig, sogar der Ersatz des Wassers durch Stärkekleister ändert fast nichts an dessen Leitungsfähigkeit, dieselbe kann also nur in sehr geringem Maasse auf Rechnung vorhandener Strömungen geschrieben werden. Die eigenthümliche Leitungsfähigkeit bleibt dem Wasser, auch wenn ihm die Möglichkeit für Erzeugung von Strömungen ganz genommen wird. Ganz anders ist die Erscheinung bei höherer Temperatur. Sobald die Beweglichkeit des Wassers beeinträchtigt wird, nimmt dessen Leitungsfähigkeit ab, ob aber dann die Consistenz noch nahezu die des Wassers oder die einer Gallerte ist, ist wiederum fast gleichgiltig. Ebensowenig wie bei niederer Temperatur dürften nun aber auch bei höherer die Strömungen eine wesentliche Rolle spielen, denn die Temperaturdifferenzen, um welche es sich hier handelt, sind auch nicht viel grösser wie im anderen Falle. Es ist vielmehr die Verschiebbarkeit der Molecüle gegen einander, welche durch die höhere Temperatur durchweg vergrössert wird, bei einer Flüssigkeit mehr, bei der andern

weniger, aber immer mit demselben Erfolge: mit einer Vergrösserung des Leitungsvermögen.

Es wäre hier der Ort, durch Vergleich der in den Tabellen I und II gegebenen Zahlen das Verhältniss zu ermitteln, in welchem die Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten bei den Temperaturen unter 20° zu denen über 20° steht. Die Verhältnisse sind indess in beiden Versuchsreihen nicht symmetrisch. Es war mir darauf angekommen, die Flüssigkeiten bei möglichst hohen Temperaturen zu untersuchen und darum erwärmte ich sie um eine grössere Temperaturdifferenz, als ich sie abkühlte. Einige Versuche, welche ich unter ganz symmetrischen Verhältnissen über 20° anstellte, wie die in Tabelle I zusammengestellten ausgeführt sind, ergeben indess auch bedeutend grössere Werthe für c. Der Apparat wurde hier bis 39° erwärmt, dann abgetrocknet, bei 38° in Wasser von 20° getaucht und bei 36° die Zählung begonnen, die bis 24° fortgesetzt wurde. So wurden für Schwefelkohlenstoff, Wasser, Glycerin und Olivenöl folgende Zahlen erhalten:

θ	t	c	t	c	t	c	t	c
	Schwefelkohlenstoff				Wasser			
34	9	644	9	644	10	580	10	580
32	18	693	18	693	21	595	20,5	609
28	42	717	42,5	708	49	614	49	614
26	60	711	61	698	70	608	70	608
24	88	684	88	684	102	590	103	584
	Glycerin				Olivenöl			
34	16,5	351	16,5	351	20	290	20	290
32	33,5	373	33,5	373	41,5	301	42	297
28	77,5	388	77,5	388	98	307	99	304
26	107,5	396	107,5	396	138	308	139	306
24	151,5	397	151,5	397	194	310	195	308

Digitized by Google

Daraus ergeben sich die Mittelwerthe:

Schwefelkohlenstoff	707	700	Mittel	703
Wasser	606	610		608
Glycerin	386	386		386
Olivenöl	305	302		303

Die Zahlen in der vorstehenden Tabelle stimmen nicht so gut unter einander, wie die in Tabelle I; man merkt ihnen noch sehr den Einfluss des Anfangs- und des Endzustandes an. Selbstverständlich sind sie kleiner, als die für gleiche Temperaturdifferenzen in Tabelle II gegebenen; aber immer noch beträchtlich grösser, als die für gleiche Temperaturdifferenzen aber niederer Temperatur in Tabelle I. Das Leitungsvermögen der Flüssigkeiten ist also bei höherer Temperatur ein grösseres, als bei niederer, ein Satz, der schon von Guthrie ausgesprochen worden ist.

Die grösste Zahl meiner Versuche betrifft das Verhalten wässriger Lösungen; unter denselben befinden sich vorzugsweise solche leichtlöslicher Salze, namentlich Chloride, weil dieselben in recht verschiedenen Concentrationsgraden angewandt werden konnten. Der leichteren Uebersicht wegen bezeichne ich diese Concentrationsgrade in den nachfolgenden Tabellen ausser durch das specifische Gewicht der Lösung auch noch durch Beisatz der Zahlen 1, 2 und 3, so dass jedesmal mit 1 die verdünnteste Lösung bezeichnet wird. Ich ordne die Lösungen wieder nach der Grösse der Mittelwerthe für c und reihe auch das Wasser an der betreffenden Stelle mit ein:

I

zwischen 8 und 14°

Zinkchlorid 1	sp. G.:	1,132	436	436	Mittel:	436
Natriumchlorid 2		1,200	439	428		433
Calciumchlorid 2		1,345	430	431		431
Natriumchlorid 1		1,110	425	429		427

Digitized by Google

Kupferchlorid 2	sp. G.:	1,255	425	424	Mittel: 425
Calciumchlorid 1		1,128	421	427	424
Kupfernitrat 1		1,197	419	426	423
Eisenchlorid 1		1,126	422	421	421
Ammoniumkupfersulphat		1,086	416	414	415
Wasser			413	411	
			414	414	413
Zinkchlorid 2		1,310	411	409	410
Verd. Schwefelsäure 1		1,083	412	406	409
Kupferchlorid 1		1,125	407	407	407
Kupfernitrat 2		1,455	401	408	404
Verd. Schwefelsäure 2		1,496	408	400	404
Eisenchlorid 2		1,244	392	386	389
Zinkchlorid 3		1,870	372	369	370
Glycerinlösung		1,125	363	363	363

II

zwischen 36 und 28°

Natriumchlorid 1	sp. G.:	1,110	673	663	Mittel: 668
Kupferchlorid 1		1,125	669	664	666
Wasser			661	661	
			663	663	662
Kupfernitrat 1		1,197	662	661	662
Alaun		1,046	661	659	660
Zinkchlorid 1		1,132	660	661	660
Ammoniumkupfersulphat		1,086	657	661	659
Eisenchlorid 1		1,126	655	661	658
Zinkchlorid 2		1,310	661	650	656
Natriumchlorid 2		1,200	650	648	649
Verd. Schwefelsäure 1		1,083	619	611	615
Calciumchlorid 1		1,128	610	603	606
Kupferchlorid 2		1,258	575	557	566
Kupfernitrat 2		1,455	559	566	563
Eisenchlorid 2		1,496	551	561	556

Calciumchlorid 2	sp. G.: 1,345	545	556	Mittel: 550
Verd. Schwefelsäure	2 1,496	522	526	524
Glycerinlösung	1,125	486	481	484
Zinkchlorid 3	1,870	447	443	445

Wiederum bieten beide Tabellen ein ganz verschiedenes Bild. Bei niederer Temperatur gewinnt zunächst das Wasser durch Beimischung eines Salzes im Allgemeinen an Wärmeleitungsvermögen. Alle verdünnte Lösungen, die von Zinkchlorid, Natriumchlorid, Calciumchlorid, Kupfernitrat. Eisenchlorid, Ammoniumkupfersulphat, leiten besser als Wasser. Nur Kupferchlorid scheint eine Ausnahme zu machen. Die höheren Concentrationsgrade leiten zunächst noch besser, als die niederen, so Natriumchlorid, Calciumchlorid, Kupferchlorid. Wird aber die Concentration zu gross, so sinkt das Leitungsvermögen wieder, wie bei Zinkchlorid, Kupfernitrat, Eisenchlorid. Die meisten Salze haben offenbar bei mittlerer Concentration ein Maximum der Leitungsfähigkeit; nur bei Natrium- und Calciumchlorid ist ein solches nicht wahrzunehmen. Mischungen von Wasser mit anderen Flüssigkeiten z. B. Schwefelsäure oder Glycerin stellen sich zwischen die Flüssigkeiten, aus denen sie gemischt sind.

Bei höherer Temperatur ist Wasser ein besserer Leiter als fast alle wässrige Lösungen. Nur die verdünnten Lösungen von Natriumchlorid und Kupferchlorid stehen etwas, aber auch nur etwas höher. Dagegen ordnen sich nach der Seite der schlechteren Leiter hin alle übrigen Lösungen nach dem Grade ihrer Concentration, so dass immer die concentrirtere Lösung schlechter leitet, als die verdünntere. Nach Guthrie sollen alle Salzlösungen zwischen 20 und 30° besser leiten als Wasser. Zinkvitriollösung fand auch Lundquist bei Temperaturen über 20° besser leitend, als Wasser; ich habe sie nicht untersucht, bemerke aber, dass auch er die verdünnte Lösung am besten leitend fand, die concentrirtere dem Wasser nahe gleich. Kochsalzlösung fand Lundquist

Digitized by Google

sowohl als Paalzow, der ganz concentrirte Lösung anwandte und dieselbe wenigstens stellenweis stark erwärmte, schlechter leitend als Wasser, ganz in Uebereinstimmnug mit meiner Erfahrung, während Winkelmann seine Kochsalzlösung von meiner Concentration 1 bei niederer Temperatur besser leitend fand als Wasser, ebenfalls so wie ich es gefunden habe. Das ganz veränderte Verhalten der Salzlösungen bei höherer Temperatur hängt wieder augenfällig mit der veränderten molecularen Beweglichkeit der Flüssigkeiten zusammen. Gerade wie die Beimischung von Quittenschleim oder Stärkemehl bei niederer Temperatur nur einen wenig verschlechternden Einfluss auf das Leitungsvermögen des Wassers ausübte, einen weit grösseren aber bei höherer Temperatur: so auch die Beimischung der Salze. Ich denke mir die Molecüle des Salzes wie Belastungen, welche die Bewegungen der Molecüle des Lösungsmittels um so mehr hemmen, je mehr ihrer vorhanden sind und je beweglicher das Lösungsmittel ist. Bei niederer Temperatur und geringerer Beweglichkeit des Lösungsmittels wird deshalb der schädliche Einfluss des Salzes erst merklich, wenn grosse Massen desselben vorhanden sind, bei höherer Temperatur bemerkt man diesen Einfluss sehr bald und wenn die Concentration bedeutend ist, so erreicht der Einfluss eine gewaltige Höhe, wie am besten die Concentration 3 des Zinkchlorids zeigt. Die Mischungen von Flüssigkeiten stellen sich auch bei höherer Temperatur zwischen ihre Bestandtheile.

Ich habe in die vorstehende Tabelle auch Alaunlösung, die sehr undurchwärmige, aufgenommen, die ich zwischen 6 und 14° nicht untersuchen konnte, weil das Salz auskrystallisirte. Sie zeigt trotz ihrer Undurchwärmigkeit ebensowenig etwas Abweichendes, wie die undurchwärmigen Kupferlösungen.

Endlich sind noch einige alkoholische und ätherische

Lösungen untersucht worden. Sie gaben folgende Werthe für c:

I

zwischen 6 und 14°

Schwefelkohlenstoff sp. G.:	1,272	515	511	Mittel: 513
Aether	0,724	466	464	465
Alcohol u. Schwefelkohlenst.	1,257	386	386	386
Alcohol	0,804	360	360	360
Kupferchlorid in Alcohol 1	0,828	344	344	344
Eisenchlorid in Aether	0,931	327	327	327
Kupferchlorid in Alcohol 2	0,892	325	328	326
Eisenchlorid in Alcohol	0,893	327	318	322

II

zwischen 36 und 28°

Schwefelkohlenstoff	738	738	Mittel: 738
Alcohol und Schwefelkohlenst.	652	658	655
Alcohol	574	566	570
Kupferchlorid in Alcohol 1	544	563	553
Eisenchlorid in Alcohol	535	528	531
Kupferchlorid in Alcohol 2	528	523	526

Auch hier treten die Salze nur als Belastungen auf und hindern die Beweglichkeit des Lösungsmittels. In dem einen Falle, in welchem verschiedene Concentrationen untersucht wurden, giebt auch die stärkere wieder den schlechteren Leiter und der Aether, der einer der besten Wärmeleiter unter den Flüssigkeiten ist, giebt mit Eisenchlorid eine Lösung, welche schlechter leitet, als Glycerin. Die Mischung von Alcohol und Schwefelkohlenstoff steht in Bezug auf ihr Leitungsvermögen bei niederer und bei höherer Temperatur wieder zwischen Alcohol und Schwefelkohlenstoff.

Digitized by Google

Es würde nicht unmöglich sein, meinem Apparat eine Gestalt zu geben, in welchem er sich auch zur absoluten Bestimmung des Wärmeleitungsvermögens der Flüssigkeiten eignete; mir schien es indess vor Allem wünschenswerth, einige allgemeinere Gesichtspunkte über diesen Gegenstand festzustellen und die Gründe für die Abweichungen aufzusuchen, welche zwischen den Angaben verschiedener Forscher vorhanden waren. Grösstentheils ist mir das wohl gelungen; weshalb die von Guthrie erhaltenen Resultate so ganz abweichend sind, weiss ich allerdings nicht zu sagen.

Als Hauptergebniss aber geht wohl aus meinen Versuchen hervor, dass die Erscheinungen der Wärmeleitung in Flüssigkeiten ebenso auf mechanischen Molecularvorgängen, auf Reibungserscheinungen, beruhen, wie nach den Untersuchungen von F. Kohlrausch[6]) die Erscheinungen der electrolytischen Leitung.

---

6) Wiedemann Ann. VI. p. 1. 1879.

Berichtigung.

Pag. 91 Zeile 7 v. o. lies: 30 statt 28.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom physikalischen Verein in Frankfurt a. M.:

Jahresbericht für 1876—77. 1878. 8°.

Vom Verein für Erdkunde zu Leipzig:

Mittheilungen. 1877. 1878. 8°.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 30. 1878. 8°.

Von der physicalischen Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im J. 1873. XXIX. Jahrg. 1877—78. 8°.

Vom Verein für Naturkunde in Offenbach:

15. und 16. Bericht für die Jahre 1873—75. 1876. 8°.
17. und 18. Bericht vom Mai 1875—Mai 1877. 1878. 8°.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

Verhandlungen. 1878. 1878. 4°.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. VIII. 1878. 8°.

Vom k. preuss. geodätischen Institut in Berlin:

Astronomisch-geodätische Arbeiten im J. 1877. 1878. 4°.

Digitized by Google

Von der k. b. landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1877—78. Freising 1878. 8°.

Von der schweizerischen geologischen Commission in Bern:

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. XIII. Lieferung, nebst einer Carte des Alpes Vaudoises, par Renevier. 1878. 4°.

Von der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:

Jahrbücher. N. F. Bd. XII. Jahrg. 1875. 1877. 4°.

Vom Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften. Bd. 18. Jahrg. 1877—78. 1878. 8°.

Von der Naturforscher-Gesellschaft in Dorpat:

Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands.
I. Serie Bd. VIII. Heft 3.
II. „ „ VII. „ 4. Band VIII. Heft 1. 2. 1877—78. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:

63. Jahresbericht. 1877. 1878. 8.

Von der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht über die Thätigkeit während d. J. 1876—77. 1878. 8°.

Vom Verein für Naturkunde zu Cassel:

Uebersicht der bisher in der Umgegend von Cassel beobachteten Pilze, von H. Eisenach. 1878. 8.

Von der geographischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XX. (Neue Folge Bd. X) 1877. 1877. 8°.

Digitized by Google

Von der Ministerial-Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

a) Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten. Jahrg. 1877. 1878. Heft I. Berlin 1878. qu. 4°.
b) Biologische Beobachtungen bei künstlicher Aufzucht des Herings der westlichen Ostsee, von H. A. Meyer. Berlin 1878. 8°.

Von der Universidad de Chile in Santiago:

Ensaye sobre los depósitos metaliferos de Chile, por Ignacio Domeyko. 1876. 8°.

Von der Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 87. 1878. 4°.

Von der Académie de médecine in Paris:

a) Bulletin. III. Série. 1868—73. 8°.
b) Bulletin 1878. 1879. Nr. 1. 1878. 8°.
c) Annuaire. Octobre 1862. 1862. 8°.

Von der Staats-Ackerbaubehörde in Columbus, Ohio:

31. Jahresbericht f. d. J. 1876. 1877. 8°.

Von der Society of natural History in Boston:

Proceedings. Vol. XIX. 1877. 8°.

Vom Essex Institute in Salem:

Bulletin. Vol. 9. 1877. 1877. 8°.

Von der Società crittogamologica Italiana in Mailand:

Atti. 1878. gr. 8°.

Von der Royal Society of Tasmania in Hobart Town:

Papers and Proceedings for 1876. Tasmania 1877. 8°.

Von der Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

The Indian Meteorologists' Vade-mecum, by Henry F. Blanford. Part I. 1876—77. 8°.

Vom Astronomical Observatory of Harvard College in Cambridge, Mass:

Annals. Vol. IX. Leipzig 1878. 4°.

Von der Zoological Society in London:

a) Proceedings. 1878. 8°.
b) Transactions. Vol. X. Part 6. 1878. 4°.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Avril et Nov. 1878. 1878. 8°.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 440. 442. 1878. gr. 8°.

Vom Verein böhmischer Mathematiker in Prag:

a) Casopis pro pěstování mathematiky. Bd. VI. 1876—77. 8°.
b) Archiv mathematiky. Tom. II. 1876—77. 8°.
c) Casopis. Bd. VII. 1877. 8°.

Von der Società Adriatica di Scienze naturali in Triest:

Bolletino. Vol. IV. 1878. 8°.

Von der Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. 1878. 1878. 8°.

Vom U. S. Naval Observatory in Washington:

Instructions for observing the total Solar Eclipse of July 29, 1878. 1878. 4°.

Vom Observatorio de marina de San Fernando bei Cadiz:

Almanaque nautico para 1879. Madrid 1878. 8°.

Von der Société Linnéenne in Bordeaux:

Extraits des Comptes-rendus. 1876—77. 8°.

Von der Reale Accademia dei Linçei in Rom:

Atti. Serie III. Classe di scienze fisiche. Vol. I. Dispensa 1. 2. 1877. 4°.

Von der Académie Royale de médecine de Belgique in Brüssel:

Mémoires couronnés. Collection in 8°. Tom. V. 1878. 8°.

Von der Société d'agriculture histoire naturelle et arts utiles in Lyon:

Annales. IV. Série. Tom. 9. 1876. 1877. 8°.

Von der Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 21. Sessione I. 1877. 1878. 4°.

Von der Sociedad cientifica Argentina in Buenos Aires:

Anales. Tomo VI. Entrega 5 and 6. 1878. 8°.

Von der Académie Royale des Sciences in Lissabon:

Chimica agricola por João Ignacio Ferreira Lapa. 1875. 8°.

Von der Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1878. 1878. 8°.

Vom Reale Istituto Lombardo di scienze in Mailand:

Memorie. Classe di scienze matematiche. Vol. XIV. 1878. 4°

Digitized by Google

Von der Sociedad de geografia in Maxico:

Boletin. Tom. IV. 1878. 1878. 8°.

Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bolletino. Anno 1878. Nr. 7 Nr. 8. 1878. 8°.

Von der Société malacologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XI. Année 1876. 1877. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrsschrift. 21. Jahrg. 1876, 4 Hefte.
22. Jahrg. 1874, 4 Hefte. 1876—77. 8°.

Von der medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Jena:

Denkschriften. Bd. II. 1878. fol.

Von der Academy of natural Sciences in Davenport, Jowa:

Proceedings. Vol. II. Part. I. 1877. 8°.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. 24. 1877. Session extraordinaire. 1878. 8.

Von der Société geologique de Belgique in Liége:

Annales Tom. 4. 1877. 1877. 8.

Von der Societas pro Fauna et Flora fennica in Helsingfors:

Acta. 1875—77. 8°.

Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles Tom. XIII. 1878. 8°.

Digitized by Google

Von der Kgl. Natuurkundig Vereeniging in Nederlandsch-Indië in Batavia:

Natuurkundig Tydschrift. Deel. 35. 36. 37. 1875—77. 8°.

Von der Budapester Handels- und Gewerbekammer in Budapest:

Bericht über Gewerbe und Industrie für d. J. 1870—75. 1877. 8°.

Von der Academy of natural Sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1877. 1877. 8°.

Von der Redaction des American Journal in New Haven:

The American Journal of Science and Arts. Vol. XV Nr. 89. 90.
„ XVI Nr. 91. 92. 1878. 8°.

Von der Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters in Madison:

Transactions. Vol. III 1875—76. 1876. 8°.

Von der California Academy of Sciences in San Francisco:

Proceedings. Vol. VI. VII. 1876—77. 8°.

Von der American Philosophical Society in Philadelphia:

Catalogue of the American Philosophical Society Library. Part. III. 1878. 8°.

Von der Société d'histoire naturelle in Colmar:

Bulletin. 18e et 19e années. 1877—78. 1878. 8°.

Von der zoologischen Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. I. Leipzig 1878. 8°.

Von der Library of Harvard University in Cambridge, Mass:

Bibliographical Contributions. Edited by Justin Winsor. 1878. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Schleswig-Holstein in Kiel:

Schriften. Bd. III. 1878. 8°.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien:

a) Denkschriften. Mathem.-naturwiss. Classe. Bd. 37. 1877. 4°. Bd. 35. u. 38. 1878. 4°.

b) Sitzungsberichte. Mathem.-naturw. Classe.

I. Abth.	Bd.	75	Heft	1—5.
	„	76	„	1—5.
	„	77	„	1—4.
II. Abth.	„	75	„	1—5.
	„	76	„	1—5.
	„	77	„	1—3.
III. Abth.	„	74 u. 75. 1877. 8°.		
	„	76 Heft 1—5. 1878. 8°.		

Vom naturhistorischen Verein der preuss. Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. 34. u. 35. Jahrg. 1877—78. 8°.

Von der Sternwarte in Dorpat:

Meteorologische Beobachtungen angestellt in Dorpat im J. 1876. XI. Jahrg. Bd. 3 Heft 1. 1878. 8°.

Vom Verein für siebenbürgische Landeskunde in Hermannstadt:

Die Ernteergebnisse auf dem ehemaligen Königsboden 1870—74, bearb. von Mart. Schuster 1878. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Hamburg:

Verhandlungen. Neue Folge II. 1878. 8°.

Von der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Chemnitz:

6. Bericht vom 1. Jan. 1875 bis 31. Dec. 1877. 1878. 8°.

Von der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Bern:

Verhandlungen in Bex 20.—22. Aug. 1877. 60. Jahresversammlung. Lausanne 1878. 8°.

Von der Académie Royale des Sciences in Brüssel:

Tables de logarithmes par A. Namur. 1877. 8°.

Von der R. Accademia delle scienze in Turin:

Bolletino dell' Osservatorio della regia Università di Torino. Anno XII. 1877. 1878. 4°.

Von der Akademie der Wissenschaften in Petersburg:

Mélanges biologiques. Tom. X. 1877—78. 8°.

Vom Museum of comparative Zoology in Cambridge, Mass:

Annual Report for 1877—78. 1878. 8°.

Von der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden:

a) Sitzungsberichte. Jahrg. 1878. 1878. 8°.
b) Naturwissenschaftliche Beiträge zur Kenntniss der Kaukasusländer von Oscar Schneider. 1878. 8°.

Von der physikal. medicin. Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. Neue Folge. Bd. XIII. 1879. 8°.

Vom naturwissenschaftl. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. Jahrg. 10. Berlin 1878. 8°.

Von der Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin 1879. 1879. 8°.

Vom Physiologisch Laboratorium der Hoogeschool in Utrecht:

Onderzoekingen. III. Reeks. Tom. 5. Afl. 2. 1878. 8°.

Von der Società dei Naturalisti in Modena:

Annuario. Anno XII. 1873. 8°.

Von der Nederlandsche botanischen Vereeniging in Nijmegen:

Nederlandsch kruidkundig Archief. II. Serie 3° Deel. Stuk 1. 1877—78. 8°.

Vom Herrn M. A. Stern in Göttingen.

Beiträge zur Theorie der Bennoulli'schen und Euler'schen Zahlen. 1878. 4°.

Vom Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

a) Ueber den Granit. Berlin 1878. 8°.
b) Vorträge u. Mittheilungen. 1878. 8°.
c) Mineralogische Mittheilungen. Neue Folge. Leipzig 1878. 8°.

Vom Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. XLVII. 1878. 8°.

Vom Herrn Simon Spitzer in Wien:

Vorlesungen über lineare Differential-Gleichungen. 1878. 8°.

Vom Herrn Joseph Leidy in Philadelphia:

Description of vertebrate Remains chiefly from the Phosphate Beds of South Carolina. 1877. 4°.

Vom Herrn F. V. Hayden, United States Geologist-in-charge in Washington:

a) Report of the U. S. Geological Survey of the Territories. Vol. VII. 1878. 4°.

b) Illustrations of Cretaceous and Tertiary Plants of the Western Territories of the United States. 1878. 4°.

c) Bulletin of the U. S. Geological Survey of the Territories. Vol. IV. 1878. 8°.

d) Miscellaneous Publications Nr. 9. Descriptive Catalogue of Photographs of North American Indians, by W. H. Jachson. 1877. 8°.

e) Preliminary Report of the Field Work of the U. S. Geological Survey of the Territories for the season of 1877. 1877. 8°.

Vom Herrn I. M. Toner in Washington:

Address before the Rocky Mountain medical association containing some observations on the Geological Age of the World. 1877. 8°.

Vom Herrn Paul La Cour in Kopenhagen:

La roue phonique. 1878. 8°.

Von den Herren George J. Brush und Edw. S. Dana in New Haven:

On a new and remarkable mineral Locality in Fairfield County, Connecticut. 1878. 8°.

Vom Herrn Baron Ferd. von Müller in Melbourne:

The organic Constituents of Plants, by G. C. Wittstein, translated by Baron Ferd. von Müller. 1878. 8°.

Vom Herrn E. Bertherand in Alger:

Leçons cliniques sur les maladies du coeur par P. F. da Costa Alvarenga, trad. du partugais par E. Bertherand. Lisbonne 1878. 8°.

Vom Herrn Paul Frederic Reinsch in Boston:

Contributiones ad Floram algarum aquae dulcis promontorii bonae spei. London 1878. 8°.

Digitized by Google

Vom Herrn Agostino Todaro in Palermo:

a) Relazine sulla cultura dei cotoni in Italia. Roma 1877—78. 4° mit Atlas in folio.
b) Se le querce conoscinte in commercio coi nomi di Farnia e di Rovere nascono in Sicilia. 1878. 8°.

Vom Herrn R. Fresenius in Wiesbaden:

a) Analyse des Kaiser-Brunnens in Bad Ems. 1878. 8.
b) Chemische Untersuchung der warmen Quellen zu Schlangenbad. 1878. 8°.
c) Chemische Untersuchung der Hunyadi János Bittersalz-Quellen in Budapest 1878. 8°.

Vom Herrn A. Favre in Genf:

Sur une défense d'éléphant trouvée près de Genève. 1878. 8°.

Vom Herrn Berlitzheimer in New-York:

A few brief Extraits of the Dynamic Algebra. 1878. 8°.

Vom Herrn F. V. Hayden U. S. Geologist in Washington:

a) Miscellaneous Publications. Nr. 10. 1878. 8°.
b) First annual Report of the U. S. Entomological Commission for the year 1877 relating to the Rocky Mountain Locust. 1878. 8°.
c) Geological and Geographical Atlas of Colorado. 1877. fol.

Vom Herrn Giovanni Luvini in Turin:

a) Intorno alla induzione elettrostatica sperienze e ragionamenti. Firenze 1878. 8°.
b) Una sperienza di magnetismo. Firenze 1878. 8°.

Vom Herrn Antonio Stoppani in Mailand:

Carattere marino dei grandi anfiteatri morenici dell' Alta Italia. 1878. 4°.

Digitized by Google

Vom Herrn B. Loewenberg in Paris:

Les tumeurs a dénoïdes du pharynx nasal. 1878. 8°.

Vom Herrn Michele Stefano de Rossi in Rom:

Il Microfono nella meteorologia endogena. 1878. 8°.

Vom Herrn S. A. Miller in Cincinnati:

Description of eight new Species of Holocystites. 1878. 8°.

Vom Herrn E. Plantamour in Genf:

Résumé météorologique de l'année 1877 pour Genève et le Grand Saint Bernard. 1878. 8°.

Vom Herrn Louis Pierre Matton in Lyon:

Polysecteur et Polysectrices. 1878. 4°.

Digitized by Google

Fig. 1

w w m

Fig. 2

Luft
Olivenöl
Glycerin
Alkohol
Schwefelsäure
Wasser
Chloroform
Aether
Schwefelkohlenstoff
Quecksilber

Fig. 3

Luft
Olivenöl
Glycerin
Schwefelsäure
Alkohol
Wasser
Schwefelkohlenst.
Quecksilber

Oeffentliche Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 120. Stiftungstages
am 28. März 1879.

Der Secretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr v. Kobell trug nachstehende Nekrologe vor:

1) Ernst Freiherr von Bibra.

Geb. 1806 am 9. Juni zu Schwebheim in Unterfranken.
Gest. 1878 am 5. Juni zu Nürnberg.

Bibra studirte anfangs Jura in Würzburg, trieb aber später, theils auf seinem Landgut Schwebheim, theils in Nürnberg wohnend, naturhistorische, besonders chemische Studien. Seine Arbeiten erstreckten sich auf das Gebiet der organischen und unorganischen Chemie. Sie sind sämmtlich, auf die Geschichte des Gegenstandes und die Vorarbeiten Anderer eingehend, mit grossem Fleisse durchgeführt und umfassen viele Hundert Analysen. Es sind hervorzuheben: die Abhandlung über die Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbelthiere mit Rücksicht auf ihre physiologischen und pathologischen Verhältnisse (1844), eine Arbeit, welche Berzelius als eine vortreffliche anerkannt hat und als einen wichtigen Beitrag zur chemischen Physiologie wie zur Zoologie. Ferner die Untersuchungen über das Gehirn an menschlichen Individuen verschiedenen Alters, an mehreren Säugethieren und Vögeln, und anschliessend seine zahl-

Digitized by Google

reichen Forschungen über das Rückenmark und die Nerven, sowie über das Muskelfleisch, über verschiedene Eiterarten, über Leber und Galle. Auch die Haare und die Hornsubstanz verschiedener Thiere zog er in den Kreis seiner chemischen Arbeiten. Bei Bestimmung ihres Schwefelgehaltes fand er unter andern, dass sich derselbe, wie in frischen Haaren, auch in solchen von Schädeln der altperuanischen Raçe und einer vor mehr als tausend Jahren verschwundenen Raçe aus Bolivien erhalten habe. — Vielfache Untersuchungen beschäftigten ihn über die narkotischen Genussmittel und ihre ungeheuere Verbreitung und Anwendung, so über den Kaffee, Thee, Chokolade und ähnliche Producte, über die Benützung des Fliegenschwammes bei den Tungusen und Kamtschadalen, über die peruanische Coca und über das Opium. Ausführlich behandelt sind weiter die Artikel über den indischen Hanf, das Haschisch und über den Tabak. Bibra hat über die Wirkungen der Opium- und Haschisch-Narkose an sich selbst Versuche angestellt. Er bespricht die wirksamen Grundlagen, welche die Chemie aus den narkotischen Genussmitteln isolirt hat, ihren guten und schlimmen Eigenschaften und zeigt mit historischen Nachweisungen, dass sie, gehörig angewendet, als ein schätzbares Bedürfniss der Menschheit zu achten seien. Diese Arbeiten füllen ein ganzes Buch, welches reich an interessanten Citaten ist und vielfach den genialen Humor des Verfassers bekundet. — Einen ansehnlichen Band publicirte er über die chemischen Verhältnisse der Cerealien, welche vorzugsweise dem Menschengeschlecht zur Nahrung dienen, und über das Brod. Dieser umfassenden Arbeit ist eine historische Skizze des Getraidbau's vorangeschickt, welche von den ältesten Zeiten bis in die Neuzeit fortgeführt ist und ferner eine botanische Uebersicht der behandelten Getraide. Man muss den Fleiss bewundern, mit welchem Bibra das betreffende Material gesammelt und geordnet hat. Es folgen dann ausführliche

Untersuchungen und Aschenanalysen von Waizen, Roggen, Gerste, Hafer, Reis etc. — Der Artikel über das Brod verbreitet sich über dessen Bereitung, die chemischen Vorgänge beim Backen, die Bestimmungen der Mischungstheile. — Wie die vorhergehenden Arbeiten sind auch seine Untersuchungen über die Broncen und Kupferlegirungen der alten Völker und der Neuzeit durchgeführt mit Rücksicht auf die Geschichte dieser metallischen Compositionen. Er hat dazu über 200 Analysen angestellt.

Die Mineralchemie verdankt Bibra auch vielfache Bereicherung durch seine Analysen der Gesteine des Fränkischen Jura und sämmtlicher Sandsteinbildungen von der Grauwacke bis in das Gebiet der Kreideformation. Dergl. Analysen haben nicht das Anziehende solcher, welche von krystallisirten Individuen mit homogener Masse ein bestimmtes Gesetz erkennen lassen, das Material ist mehr oder weniger ein Gemenge, die Geognosie kann aber mit ihrer Hilfe Beobachtungen veranlassen und Schlüsse ziehen, welche für die Charakteristik und Verbreitung der Formationen sehr werthvoll sind. — Bibra hat im J. 1849 eine Reise nach Südamerika gemacht und die Kupfererze aus den Gruben der Algodon-Bai in Bolivien und das dortige Meerwasser analysirt, ebenso das vom Cap Horn, vom atlantischen Ocean und aus der Nordsee. — Die genannte Reise ist 1854 in 2 Bänden publicirt worden. — Für eine Abhandlung über die Krankheiten der Arbeiter in Zündholzfabriken erhielt er vom König von Preussen die goldene Medaille und den Monthyon'schen Preis. —

Neben den wissenschaftlichen Arbeiten hat Bibra auch mehrere Novellen geschrieben, deren Schauplatz zum Theil Südamerika und in welchen er nach Lust und Laune mit Talent die Feder geführt hat.

Digitized by Google

Dr. Heinrich Buff.

Geb. 1805 am 23. Mai zu Rödelheim in der Wetterau.
Gest. 1878 am 24. December zu Giessen.

Buff begann seine höheren Studien, die der physikalischen Chemie gewidmet waren, theilweise in Paris an der polytechnischen Schule unter Gaylussac, dann arbeitete er bei Liebig und Wöhler. Nachdem er einige Jahre mit Bunsen an der höheren Gewerbschule in Kassel thätig gewesen, ward er Professor der Physik an der Universität zu Giessen und in der Folge zum grossherzoglich-hessischen Geheimen Finanzrath ernannt.

Zu seinen ersten Arbeiten gehören chemische Untersuchungen über die Indigsäure und über das Indigharz und über das Phosphorwasserstoffgas. Anziehender aber waren ihm Forschungen im Gebiete der Electricität und der Electrolyse und mit Erfindung neu construirter Apparate wusste er oft schwierige Probleme der Wissenschaft zu enträthseln und klarzulegen. Er schrieb über das electrische Leitungsvermögen der Metalle, über die Electricität der Flamme, über die Volta'schen Fundamentalversuche und in mehreren Abhandlungen über das electrolytische Gesetz und electrochemische Zersetzungen. Die zahlreichen Untersuchungen wurden mit Verbindungen des Kupfers, Quecksilbers, Eisens, mit Molybdänsäure und Chromsäure angestellt. Im Zusammenhang besprach er und beschäftige ihn die Construction galvanischer Ketten, die Ursache ihrer Veränderlichkeit und die Ausführung constanter galvanischer Ketten. Mit Zamminer publicirte er eine wichtige Arbeit über die Magnetisirung von Eisenstäben durch den electrischen Strom und mit Wöhler hat er eine Reihe neuer Siliciumverbindungen dargestellt.

Zum Gebrauch für seine Vorlesungen hat er ein treffliches Buch „Grundzüge des chemischen Theils der Naturlehre" geschrieben, worin die physikalischen Lehren im Zu-

sammenhang mit den chemischen systematisch vorgetragen sind, auch hat er mit Kopp und Zamminer ein Lehrbuch der physikalischen und theoretischen Chemie publicirt, wo er den physikalischen Theil bearbeitete.

Buff hat sich unter den Physikern einen glänzenden Ruf erworben. Jugendliche Frische hat seine wissenschaftliche Thätigkeit bis zu seinen letzten Tagen begleitet.

Er wurde auf Liebig's Vorschlag zum auswärtigen Mitglied unserer Akademie ernannt.

Friedrich August v. Alberti.

Geb. 1795 am 4. Sept. zu Stuttgart.
Gest. 1878 am 12. Sept. in Heilbronn.

Alberti hat sich einen verdienten Ruf durch seine geognostischen Forschungen in den Flötzgebilden des Bunten Sandsteins, des Muschelkalk's und des Keuper's erworben. Er hat i. J. 1834 eine Monographie dieser Formationen geschrieben und betrachtet sie als ein zusammenhängendes Ganzes, welchem er die Benennung der Trias gegeben hat. — Ein umfassendes Werk hat er den salinischen Bildungen unter dem Titel „Halurgische Geologie" 2 Bde. 1852 gewidmet. Er hat diese Bildungen der Jetztzeit mit denen der Urzeit verglichen und ihre Unterschiede hervorgehoben mit Hinweisung auf das Vorkommen in verschiedenen Ländern, auf die salinischen und andere Mineralquellen, auf die Begleiter der Salzlager, die Gypse, Dolomite, Thone etc., sowie auf die oft vorkommenden Naphtaquellen und Kohlensäure-Exhalationen. Er bespricht und widerlegt die älteren Hypothesen über die Bildungen von Gyps, Steinsalz, Dolomit etc. und stellt die betreffenden chemischen Analysen zusammen.

Eine sorgfältige Untersuchung hat er über die Geognosie des Gebiets von Rottweil geführt und die Trias, sowie die Oolithen-Reihe mit dem Lias und Jurakalk an ver-

schiedenen Orten nachgewiesen, auch ihre zahlreichen Versteinerungen bestimmt. —

Alberti hat sich, indem er den Steinsalzbildungen seine wissenschaftliche Thätigkeit vorzugsweise widmete, auch anerkannte Verdienste um die Gründung der Saline Friedrichshall erworben, um das Auffinden der Steinsalzlager am obern Neckar, um die Saline Sulz etc. Er schrieb auch über das Salinenwesen in Deutschland, vorzüglich in pyrotechnischer Beziehung.

Alberti war Salinen-Verwalter in Friedrichshall bei Heilbronn, Bergrath und Ehrendoctor der Universität zu Tübingen. — Er war Ritter des Würtembergischen Kronordens und Komthur des Friedrichsordens.

Er war ein Mann von Geist und Witz und ein heiterer Sinn begleitete ihn bis an sein Ende.

Freiherr von Gorup-Besanez.

Geb. 1817 am 15. Jan. zu Gratz in Steyermark.
Gest. 1878 am 24 Nov. zu Erlangen.

Gorup-Besanez machte seine ersten Studien in Gratz und setzte sie fort in Wien und Padua. Im Jahre 1829 zog er nach München, wo er die Fächer Medicin und Chemie pflegte und sich dann dem Studium der letzteren Wissenschaft unter Buchner und später unter Wöhler's Leitung in Göttingen mit Vorliebe und Erfolg zuwandte. Seine weitere Thätigkeit entwickelte er als Privatdocent in Erlangen als Professor extraordinarius 1847 und Ordinarius 1855. Es war vorzüglich die physiologische Chemie, welche er zu seinen Forschungen ausersehen und zahlreich sind seine zoochemischen Analysen. Es sind hervorzuheben seine Arbeiten über die Galle, über den Kieselerdegehalt der Vogelfedern und in den Gebilden der Epidermis, über das Kreosot und seine Zersetzungsproducte, über die Oxydationswirkungen

des Ozon's auf Blut und Eiweiss, über die Verbreitung des Guanin's im Thierreich. Er hat ein Lehrbuch der zoochemischen Analyse geschrieben und ein Lehrbuch der unorganischen und organischen Chemie, welches mehrere Auflagen erlebt und durch die Klarheit der Behandlung der Gegenstände mit steter Berücksichtigung der neueren chemischen Theorieen allgemeine Anerkennung gefunden hat. Er liebte das Lehrfach und war ein ausgezeichneter Lehrer. Seine Verdienste sind von höchster Stelle durch die Ertheilung des Ordens vom hl. Michael und durch den Civilverdienstorden der Bayerischen Krone gewürdigt worden.

Andreas Freiherr von Ettingshausen.

Geb. 1796 am 25. Nov. zu Heidelberg.
Gest. 1878 am 5. Juni in Wien.

Ettingshausen hat an allen Forschungen und Aufgaben der höheren Mathematik theilgenommen und mehrfach im Gebiete der Physik seine Erfahrungen geltend gemacht. Es sind hervorzuheben: die combinatorische Analysis; seine Vorlesungen über höhere Mathematik in 2 Bänden; Anfangsgründe der Physik; und mit Baumgartner dessen Naturlehre 7. Aufl. und die Zeitschrift für Physik und Mathematik, 10 Bände, worin eine Reihe von Abhandlungen von ihm, über Systeme der Gleichungen, Entwicklung zusammengesetzter Krystallgestalten, über die Methode von Gauss zur näherungsweisen Berechnung bestimmter Integrale und Untersuchungen über das Licht und seine Schwingungen, über Lichtbrechung u. a. — Bei der Naturforscher-Versammlung zu Prag 1837 besprach er eine von ihm construirte magnetoelectrische Maschine. —

Ettingshausen war k. k. Regierungsrath, ordentl. Professor der Physik und Director des physikalischen Institus der Universität zu Wien, früher Professor der höheren Me-

Digitized by Google

chanik an der Genie-Akademie und der Mathematik an der Universität. Er war Mitglied der Akademie d. Wiss. in Wien und wurde 1832 zum corresp. Mitglied unserer Akademie gewählt.

Joseph Henri.

Geb. 1799 am 17. December zu Albany im Staate Neu-York.
Gest. 1878 am 13. Mai zu Washington.

Henri hat sich durch seine Arbeiten über Electricität und Electromagnetismus, über Meteorologie, Capillarität, Akustik und andere Zweige der Physik mehrfach ausgezeichnet. Seine erste Anstellung war die eines Professors der Mathematik an der Albany-Akademie i. J. 1826, im J. 1832 wurde er Professor der Naturgeschichte im College von Neu-Jersey zu Princeton und 1846 wurde er zum ersten Secretär und Director des Smithson'schen Instituts zu Washington ernannt. Er widmete 32 Jahre lang mit anerkanntem Erfolg seine Thätigkeit diesem Institut, welches für Vermehrung und Verbreitung der Wissenschaft gegründet wurde. — Im J. 1849 wurde er Präsident der Amerikanischen Gesellschaft für die Fortschritte der Wissenschaft und 1868 Präsident der National-Akademie der Wissenschaften der Vereinigten Staaten. Diese Stelle bekleidete er auch bei der Philosophischen Gesellschaft zu Washington 1871 und wurde in demselben Jahr Chairman am Light-House Board der Vereinigten Staaten. —

Das Union College und die Harvard Universität ernannten ihn zum Ehrendoctor der Rechte.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 3. Mai 1879.

Mathematisch-physikalische Classe.

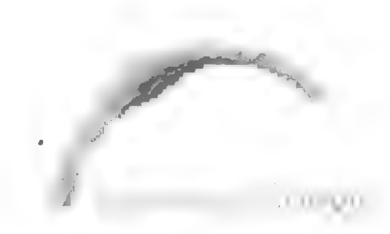
Herr v. Pettenkofer theilt mit und bespricht eine Abhandlung:

„Ueber die Permeabilität des Bodens für Luft“ von Dr. Friedrich Renk, Privatdocent und I. Assistent am hygienischen Institute.

Aus dem Münchner Geröllboden lassen sich mittelst einer Reihe von Sieben mit verschiedener Maschenweite 5 verschiedene Bodensorten darstellen, deren Dimensionen folgende sind:

Mittelkies	Durchmesser	zwischen	7	und	4	mm
Feinkies	„	„	4	„	2	„
Grobsand	„	„	2	„	1	„
Mittelsand	„	„	1	„	0.3	„
Feinsand	„	kleiner als			0.3	„

Mit diesem Materiale wurden die vorliegenden Versuche in der Weise angestellt, dass die verschiedenen Bodensorten



in metallene Röhren von mindestens 5 cm. Durchmesser und verschiedener Länge, eingefüllt wurden, welche an beiden Enden durch Drahtnetze verschlossen werden konnten.

Durch die so hergestellten Bodenschichten wurde mittelst eines Gasometers Luft hindurch gepresst, deren Druck unmittelbar vor dem Eintritte in den Boden gemessen werden konnte.

Auf diese Weise wurden unter verschiedenen Verhältnissen folgende Resultate gewonnen.

1) Was den Druck anlangt, unter welchem die Luft in den Boden einströmt, so sind die in verschiedenen Versuchen mit einem und demselben Objecte geförderten Luftmengen direct proportional den verschiedenen Druckgrössen, jedoch nur so lange als die Geschwindigkeit der Luft im Boden nicht grösser wird als 0.0062 Meter in der Secunde. Wird diese Grenze überschritten, so nehmen die Luftvolumina in einem geringeren Verhältnisse zu, als die angewandten Druckgrössen.

2) Demgemäss findet sich auch eine umgekehrte Proportionalität zwischen Luftmenge und Höhe der Bodenschichte innerhalb der erwähnten Grenze von 0,0062 Metern in der Secunde. Wächst die Geschwindigkeit der Luft über diese Grösse hinaus, so nehmen die Luftvolumina in einem geringeren Verhältnisse zu, als die Höhen der Bodenschichten abnehmen.

3) Die Luftmengen, welche durch gleich hohe Bodenschichten von gleichem Korn oder Gefüge hindurchtreten, sind direkt proportional dem Querschnitte.

4) Die Porosität des Bodens bedingt die grössten Verschiedenheiten in der Permeabilität verschiedener Bodenarten. Es sind dabei zwei Factoren auseinanderzuhalten; einmal das Gesammtvolum der in einem Boden vorhandenen Hohlräume und dann die Weite

der einzelnen Poren; der Einfluss dieser beiden Elemente drückte sich in den Versuchen folgendermassen aus.

Bei gleichem Gesammtvolum aber verschiedener Weite der Poren gehen durch einen Boden mit sehr engen Hohlräumen viel geringere Luftmengen hindurch als durch einen Boden mit weiten Maschen, und können die Differenzen in extremen Fällen mehr als das 20000fache betragen. Bei gleicher Weite aber verschiedenem Gesammtvolum der Poren müssen die Luftmengen dem Gesammtvolumen derselben proportional sein, wie aus dem Verhältnisse zwischen Luftmenge und Querschnitt des Bodens hervorgeht.

Bei Lockerung eines natürlichen Bodens, in welchem Falle sowohl das Gesammtvolum der Poren, als auch deren Weite verändert wird, erfolgt demgemäss eine Erhöhung der Durchgängigkeit, welche bei gleicher Vergrösserung des Porenvolums bei engmaschigen Böden eine relativ viel bedeutendere, ist als bei weitmaschigen Böden.

Die Befeuchtung des Bodens hat verschiedenen Effekt, je nachdem sie von oben durch Regen, oder von unten durch Grundwasserschwankungen erfolgt. Im ersteren Falle wird im Boden nicht so viel Wasser zurückgehalten, als im letzteren, daher auch seine Permeabilität weniger geändert. Engmaschige Böden halten in beiden Fällen viel mehr Wasser zurück als solche mit weiten Poren, wesshalb bei letzteren die Durchgängigkeit entweder gar nicht oder nur um wenige Procente verringert wird, während es bei ersteren zu vollkommener Undurchlässigkeit kommen kann.

Von bedeutendem Effecte kann endlich auch das Gefrieren eines wasserhaltenden Bodens sein. Zum Theile wird schon durch die Ausdehnung des Wassers im Momente des Gefrierens eine Verengerung der Poren gesetzt, doch genügt diese nicht zur Erklärung der Abnahme der

Digitized by Google

Permeabilität, da diese grösser ist; es muss daher angenommen werden, dass das Wasser im nicht gefrorenen Zustande in den Poren beweglich ist, im gefrorenen Zustande aber unbeweglich, so dass der Druck der Luft der es im ersteren Falle verschieben konnte, dies nicht mehr vermag, wenn es zu Eis erstarrt ist.

Auch durch das Gefrieren kann es zum vollständigen Verschlusse eines selbst im nassen und ungefrorenen Zustande noch für Luft durchgängigen Bodens kommen.

Die Versuche werden ausführlich in der Zeitschrift für Biologie mitgetheilt werden.

Derselbe theilt mit und bespricht:

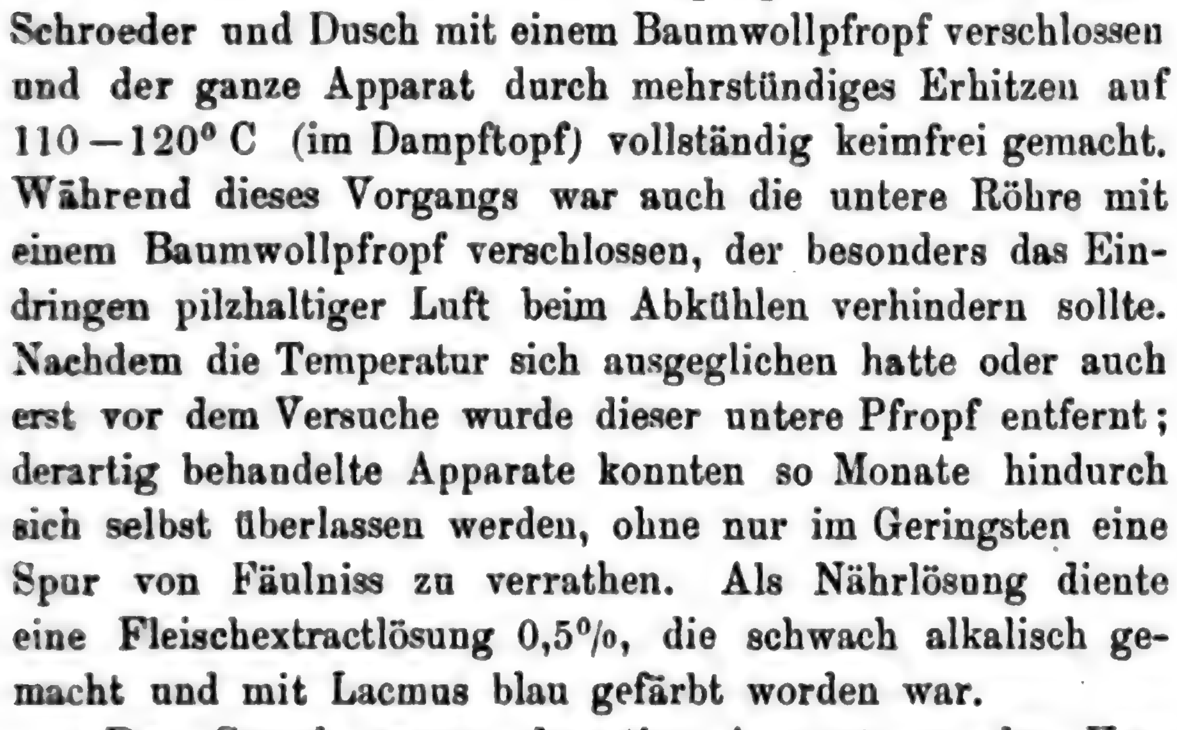
„Ueber den Uebergang von Spaltpilzen in die Luft" von Dr. Isidor Soyka.

Bei den nahen Beziehungen der Krankheitskeime zu den Fäulnisskeimen scheint die Untersuchung der Art und Weise, wie letztere in die Luft gelangen und darin verbreitet werden, von einiger Bedeutung werden zu wollen. Im Nachfolgenden sind einige Resultate angeführt, die beim Studium dieser Fragen gewonnen wurden.

Im Speciellen waren die Aufgaben, die hier gestellt wurden darauf gerichtet, zu untersuchen, bei welcher Luftbewegung trockene Fäulnisskeime fortgerissen und weiter getragen werden, und sodann unter welchen Bedingungen es bei keimhaltigen Flüssigkeiten zu einer Propagation der Spaltpilze komme; ich bediente mich hiebei folgender Methode:

Digitized by Google

In besonders zu diesem Zwecke angefertigte Apparate — Glasbirnen, nach beiden Seiten in eine Röhre auslaufend, deren eine (untere) jedoch noch bis auf 2—2,5 Cm in die Birne hineinragte — wurde eine geeignete fäulnissfähige Nährlösung eingefüllt, und Luft durch dieselben geleitet, die im Falle, dass sie Fäulnisspilze mit sich führte, diese auf ihrem Weg durch die Birne in die Flüssigkeit fallen lassen und letztere so inficiren sollte; das obere Ende war, um ein Eindringen der Keime von oben her zu verhindern, nach dem Vorgange von Schroeder und Dusch mit einem Baumwollpfropf verschlossen und der ganze Apparat durch mehrstündiges Erhitzen auf 110—120° C (im Dampftopf) vollständig keimfrei gemacht. Während dieses Vorgangs war auch die untere Röhre mit einem Baumwollpfropf verschlossen, der besonders das Eindringen pilzhaltiger Luft beim Abkühlen verhindern sollte. Nachdem die Temperatur sich ausgeglichen hatte oder auch erst vor dem Versuche wurde dieser untere Pfropf entfernt; derartig behandelte Apparate konnten so Monate hindurch sich selbst überlassen werden, ohne nur im Geringsten eine Spur von Fäulniss zu verrathen. Als Nährlösung diente eine Fleischextractlösung 0,5%, die schwach alkalisch gemacht und mit Lacmus blau gefärbt worden war.



Der Grund, warum derartige Apparate zu den Versuchen gewählt wurden, lag darin, dass etwaige Krümmungen, wie sie bei Anwendung U förmiger Röhren hätten angebracht werden müssen, vermieden werden sollten, da in ihnen ein Hinderniss für die Weiterbewegung der Keime zu suchen ist; ausserdem hätte bei U förmigen Röhren die Nährlösung in beiden Schenkeln als Sperrflüssigkeit gedient und so eventuelle, spontane Luftbewegung behindert, was bei unsern Apparaten nicht der Fall sein konnte.

Digitized by Google

Um nun zuvörderst die Windgeschwindigkeit zu bestimmen, bei der Keime von der Luft mitgeschleppt werden wurde unser Apparat an das obere Ende einer vertical aufgestellten Röhre befestigt. Die vollständig ausgeglüht war und an deren entgegengesetztes Ende ein kleines Kistchen befestigt wurde mit siebartig durchbrochenem Boden; auf welchem letzteren ein spaltpilzhaltiger Staub aufgeschichtet wurde; dieser bestand in bei gewöhnlicher Lufttemperatur eingetrocknetem und nachher fein verriebenem, faulem Blute. An dem obern Ende des Apparates wurde mittelst eines Aspirators Luft durchgesaugt und durch eine Gasuhr das Volumen gemessen; die Luft musste nun durch den Blutstaub hindurchstreichen, und bei einer gewissen Geschwindigkeit Staubpartikelchen mit sich führen, die, wenn sie in die oben im Apparat befindliche Nährlösung fielen, dieselbe in Fäulniss versetzen mussten. Bei dieser Versuchsanordnung war die Höhe vom Kästchen bis zum Niveau der Flüssigkeit 1 Meter; der Durchmesser der Röhre betrug 10 Mm.; ihr Querschnitt also 78,5□ mm.

Die geringste Geschwindigkeit nun, bei der bereits ein Transport der Keime bis in den oben angebrachten Apparat, also auf 1 Meter Höhe, constatirt werden konnte, betrug 0,0465 Meter in der Secunde oder 4,65 Cm in der Secunde. Es liess sich aber noch feststellen, dass auch bei viel geringeren Luftbewegungen körperliche Theile, also auch Keime mitgeschleppt werden. Der rothe Blutstaub konnte nämlich auf seinem Wege leicht verfolgt werden, wenn er sich in irgend welcher erheblicher Menge an einem hellen Körper ablagerte, und so sah man denn in der unteren Hälfte der Röhre bis zu einer Höhe von ca. 30 Cm eine ihrer Mächtigkeit noch oben allmälig abnehmende Schichte dieses Blutstaubes abgelagert in einem Falle, wo die Luftgeschwindigkeit nur
[illegible] Meter in der 8 Mm. in der Secunde

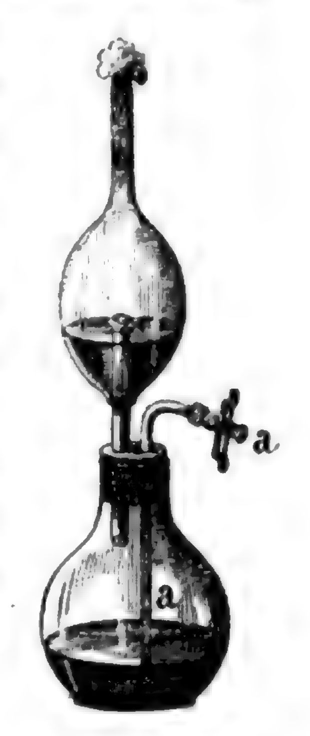
[illegible]

Etwas anders waren die Resultate, wenn man die Luft anstatt durch diese keimhaltigen Substanzen über dieselben hinwegstreichen liess; die Versuchsanordnung wurde zu diesem Zwecke nur soweit modificirt, dass anstatt des Kästchens an dem untern Ende der Röhre eine Liebig'sche Ente befestigt wurde, auf deren Boden etwas von dem faulen, trockenen Blute aufgeschichtet war. Die geringste Windgeschwindigkeit, bei der nun hier Keime bis zur Höhe von 1 Meter mitgeführt wurde, betrug 0,111 Meter also 11 Cm in der Secunde.

Bezüglich des Verhaltens von Flüssigkeiten liegen bereits Versuchsergebnisse von v. Naegeli vor; allein es schien nicht ohne Interesse dieselben nach dieser Methode zu wiederholen, und wo möglich durch quantitative Versuche zu ergänzen.

Vorerst handelte es sich um das Verhalten einer in Ruhe befindlichen, sich selbst überlassenen, faulenden Flüssigkeit. Die Versuchsanordnung war hier folgende:

Ein kleines Kölbchen wurde mit einem doppelt durchbohrten Stöpsel verschlossen, in dessen einer Durchbohrung unser beschrieben Apparat stak, durch dessen andere jedoch ein Rohr bis an den Boden des Kölbchens ging; dieses Rohr war an seinem äussern Ende mittest eines mit Klemme versehenen Gummischlauchs verschliessbar. Es wurde nun zuerst durch dieses Rohr etwas Flüssigkeit in das Kölbchen eingefüllt, so dass der Boden leicht bedeckt und das Rohr vollständig damit gefüllt war. Nun wurde das Ganze im Dampftopf mehrere Stunden auf 110—120° erhitzt; nach dem Abkühlen wurde sodann mittelst einer Pipette durch das mit Flüssigkeit gefüllte Rohr (a) faulende Flüssigkeit in den Apparat gebracht: Diese Manipu-



Um nun zuvörderst die Windgeschwindigkeit zu bestimmen, bei der Keime von der Luft mitgeschleppt werden wurde unser Apparat an das obere Ende einer vertical aufgestellten Röhre befestigt, die vollständig ausgeglüht war und an deren entgegengesetztes Ende ein kleines Kästchen befestigt wurde mit siebartig durchbrochenem Boden; auf welchem letzteren ein spaltpilzhaltiger Staub aufgeschichtet wurde; dieser bestand in bei gewöhnlicher Lufttemperatur eingetrocknetem und nachher fein verriebenem, faulem Blute An dem obern Ende des Apparates wurde mittelst eines Aspirators Luft durchgesaugt und durch eine Gasuhr das Volumen gemessen; die Luft musste nun durch den Blutstaub hindurchstreichen, und bei einer gewissen Geschwindigkeit Staubpartikelchen mit sich führen, die, wenn sie in die oben im Apparat befindliche Nährlösung fielen, dieselbe in Fäulniss versetzen mussten. Bei dieser Versuchsanordnung war die Höhe vom Kästchen bis zum Niveau der Flüssigkeit 1 Meter; der Durchmesser der Röhre betrug 10 Mm.; ihr Querschnitt also 78,5□ mm.

Die geringste Geschwindigkeit nun, bei der bereits ein Transport der Keime bis in den oben angebrachten Apparat, also auf 1 Meter Höhe, constatirt werden könnte, betrug 0,0465 Meter in der Secunde oder 4,65 Cm in der Secunde. Es liess sich aber noch feststellen, dass auch bei viel geringeren Luftbewegungen körperliche Theile, also auch Keime mitgeschleppt werden. Der rothe Blutstaub konnte nämlich auf seinem Wege leicht verfolgt werden, wenn er sich in irgend welcher erheblicher Menge an einem hellen Körper ablagerte, und so sah man denn in der untern Hälfte der Röhre bis zu einer Höhe von ca. 20 Cm eine ihrer Mächtigkeit noch oben allmälig abnehmende Schichte dieses Blutstaubes abgelagert in einem Falle, wo die Luftgeschwindigkeit nur

0,008 Meter in der 8 Mm. in der Secunde

betrug.

Etwas anders waren die Resultate, wenn man die Luft anstatt durch diese keimhaltigen Substanzen über dieselben hinwegstreichen liess; die Versuchsanordnung wurde zu diesem Zwecke nur soweit modificirt, dass anstatt des Kästchens an dem untern Ende der Röhre eine Liebig'sche Ente befestigt wurde, auf deren Boden etwas von dem faulen, trockenen Blute aufgeschichtet war. Die geringste Windgeschwindigkeit, bei der nun hier Keime bis zur Höhe von 1 Meter mitgeführt wurde, betrug 0,111 Meter also 11 Cm in der Secunde.

Bezüglich des Verhaltens von Flüssigkeiten liegen bereits Versuchsergebnisse von v. Naegeli vor; allein es schien nicht ohne Interesse dieselben nach dieser Methode zu wiederholen, und wo möglich durch quantitative Versuche zu ergänzen.

Vorerst handelte es sich um das Verhalten einer in Ruhe befindlichen, sich selbst überlassenen, faulenden Flüssigkeit. Die Versuchsanordnung war hier folgende:

Ein kleines Kölbchen wurde mit einem doppelt durchbohrten Stöpsel verschlossen, in dessen einer Durchbohrung unser beschrieben Apparat stak, durch dessen andere jedoch ein Rohr bis an den Boden des Kölbchens ging; dieses Rohr war an seinem äussern Ende mittest eines mit Klemme versehenen Gummischlauchs verschliessbar. Es wurde nun zuerst durch dieses Rohr etwas Flüssigkeit in das Kölbchen eingefüllt, so dass der Boden leicht bedeckt und das Rohr vollständig damit gefüllt war. Nun wurde das Ganze im Dampftopf mehrere Stunden auf 110—120° erhitzt; nach dem Abkühlen wurde sodann mittelst einer Pipette durch das mit Flüssigkeit gefüllte Rohr (a) faulende Flüssigkeit in den Apparat gebracht: Diese Manipu-

Digitized by Google

lation bot die Gewähr, dass beim nachträglichen Einfüllen der faulenden Substanz keine in der Luft suspendirten Organismen mit hinein gelangen könnten; denn auf diese Weise konnte überhaupt keine Luft in den Kolben eintreten, und die früher in demselben enthaltene war ja ausgekocht. Natürlich wurde der Gummischlauch früher geschlossen, bevor die Röhre (a) sich entleeren konnte.

Bei einer derartigen Versuchsanordnung blieb die Nährlösung unserer Apparate stets frei von Fäulniss; wohl traten in derselben einige Veränderungen auf, die mit dem Fäulnissprocesse im Kolben im Zusammenhange standen; so zeigte die alkalisch gemachte, durch Lakmus blau gefärbte Fleischextractlösung alsbald eine rothe Färbung, ohne sich jedoch zu trüben; es diffundirten in derselben also jedenfalls sauer reagirende Gase aus der faulenden Flüssigkeit, die der Fleischextractlösung auch einen Fäulnissgeruch verliehen, allein Keime gelangten mit derselben nicht in die Flüssigkeit, sie blieb vollkommen klar, pilzfrei, auch nach vielen Monaten. Anders war jedoch das Ergebniss, wenn wir über diese Flüssigkeitsschichte bei mässiger Geschwindigkeit Luft streichen liessen; zu diesem Zwecke erlitt die soeben beschriebene Versuchsanordnung nur eine kleine Modification, indem ein mit einem etwas längern seitlichen Tubulus versehenes Kölbchen genommen wurde, welcher Tubulus durch einen Wattepfropf verschlossen wurde. Im Uebrigen war das Verfahren analog dem früheren, der ganze Apparat wurde im Dampftopf erhitzt und nachher unter den geschilderten Cautelen gegen Eindringen von Luft mit faulender Flüssigkeit (Blut) gefüllt.

Wir wollen hier einen von den vielen Versuchen, die wir nach dieser Richtung anstellten, anführen. Der Querschnitt des Kolbens in der Höhe des Flüssigkeitsniveau's, der zur Berechnung der Geschwindigkeit nothwendig ist, betrug 22,95 □ cm.

Datum.	Durchgeleitetes Luftquantum. (in Litern)	Zeitdauer. (Minuten)	Geschwindigkeit. in Metern per Secunde
13	338	125	0,0196
14	790,4	193	0,02971
14	475,8	117	0,0294
15	660,4	171	0,0288
15	176,8	50	0,0256
16	494	148	0,0242
17	436,8	120	0,022
18	Fäulniss in der Nährlösung.		

Es wurden also Keime aus dem Kölbchen von der über die Flüssigkeit hinwegstreichenden Luft mitgenommen, nachdem 3372,2 Liter oder 3,37 cbm Luft durchgeleitet worden waren; und zwar betrug die Gewindigkeit, bei der dies stattfand, selbst wenn wir nur die grösste berücksichtigen, die während dieses Versuches zur Anwendung kam, 0,02971 Meter oder ca 3 cm in der Secunde. Es ist hervorzuheben, dass die Luftbewegung eine derartig schwache gewesen, dass keine merkbare Erschütterungen der Flüssigkeit verursacht wurden.

Den Einfluss von Bewegungsvorgängen zu illustriren, dienten Versuche, in denen schwache Luftströme durch die faulende Flüssigkeit geleitet wurden. Zu diesem Zwecke wurde ein seitlich tubulirter Kolben in ähnlicher Weise wie im vorhergehenden Experimente adjustirt, nur dass in den seitlichen Tubulus ein Glasröhrchen luftdicht eingepasst war, dessen äusserer Theil mit Baumwolle verstopft war, dessen innerer, in eine feine Spitze auslaufender, unter das Niveau der im Kolben befindlichen Flüssigkeit eintauchte. Beim eventuellen Durchsaugen von Luft musste diese nun in Form von Blasen in der Flüssigkeit aufsteigen, die dann an der Oberfläche platzten. In diesen Fällen

Digitized by Google

wurde stets, bei noch viel geringerer Luftgeschwindigkeit, als im vorhergehenden Falle, Infection der Apparate beobachtet. Es stimmt dieses Resultat mit den Untersuchungen Franklands überein, der an gelösten chemischen Körpern (Chlorlithium) constatiren konnte, dass diese bei Gasentwicklung innerhalb der Flüssigkeit, in der oberhalb des Flüssigkeitsniveau's befindlichen Luft nachgewiesen und auch weiter verschleppt werden konnten.

Dass eine allerdings nur höchst minimale, kaum merkbare Aenderung des Flüssigkeitsniveau's zur Erzielung des erwähnten Resultates (Infection der Nährlösung in dem oberhalb der Flüssigkeit befindlichen Apparate) im ersten Falle nöthig war, liess auch ein Versuch plausibel erscheinen, indem bloss die Abänderung getroffen wurde, dass die Luft, bevor sie über die faulende Flüssigkeit strich, vollkommen mit Wasserdampf gesättig war, so dass keine Verdunstung stattfinden konnte. In diesen Fällen wurden keine Infection beobachtet.

Es wäre noch zu erwähnen, dass bei den Versuchen auch darauf geachtet wurde, ob der Baumwollverschluss auch wirklich ein genügendes Mittel sei, um die Pilze, die etwa in der Luft vorhanden waren, zurückzuhalten, und haben dies besondere Versuche erwiesen.

Bezüglich der gewonnenen Zahlen sei noch bemerkt, dass sie keineswegs Grenzwerthe repräsentiren; sie sollen nicht etwa in absoluter Weise die geringste Geschwindigkeit angeben, bei der ein Fortführen der Keime möglich ist, denn, wie leicht einzusehen, werden diese Zahlen nach der Art der Versuchsanordnung variiren. Wenn ein noch leichter zu verstäubendes Material als das von mir angewendete, trockene Blut gewählt wird, wird man wol auch noch niedrigere Werthe erhalten. Ebenso vielleicht wenn man andere Vorrichtungen zum Nachweis der Weiterführung der Pilze anbringt. Immerhin geben uns schon

Digitized by Google

die nach unsern Methoden gewonnenen Zahlen einen Begriff von den minimalen Kräften, die dazu nöthig sind, um diese, allerdings auch nur minimalen Wesen in Bewegung zu bringen.

Da nun derartige Luftgeschwindigkeiten fortwährend — auch bei scheinbar vollkommener Windstille — vorhanden sind, so müssen wir wol annehmen, dass in unserem Luftmeer fortwährend Spaltpilze in grosser Zahl aufgewirbelt und weiter getragen werden; und zwar sowohl von trockenen Flächen als auch von befeuchteten, wenn zur Verdunstung Gelegenheit geboten ist.

Herr v. Jolly legt vor und bespricht nachstehende Abhandlung:

„Ueber die electromagnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in den Gasen von A. Kundt u. W. C. Röntgen."

Einleitung.

Vor Kurzem haben wir die electromagnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in Schwefelkohlenstoffdampf, in gasförmiger schweflicher Säure und in Schwefelwasserstoffgas nachgewiesen.

Wir sprachen am Schluss unserer Mittheilung der betreffenden Versuche die Absicht aus auch die schwer condensirbaren Gase bei höherem Druck in Bezug auf ihr Drehungsvermögen zu untersuchen.

Nach längeren Bemühungen ist es uns gelungen einen Apparat zu construiren mit welchem wir die beabsichtigte Untersuchung ausführen konnten. Der Apparat gestattete die Gase bis zu einem Druck von etwa 250 Atmosphären zu comprimiren.

Die Versuche ergaben bald:

1) dass atmosphärische Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Leuchtgas, Aethylen und Sumpfgas im magnetischen Feld die Drehung der Polarisationsebene im Sinne des positiven Stromes (wie Wasser und Schwefelkohlenstoff) zeigen.

Digitized by Google

2) Dass die Grösse der Drehung unter übrigens gleichen Umständen für die verschiedenen Gase erheblich verschieden ist.

Wir konnten indess anfangs die Grösse der Drehung nicht hinreichend genau messen, da die nicht zu beseitigende Doppelbrechung der Glasplatten, welche das mit Gas gefüllte Rohr an den Enden verschlossen, jede genaue Messung vereitelte.

Um von dieser störenden Doppelbrechung der Verschlussplatten gänzlich frei zu werden, sahen wir uns schliesslich genöthigt, die Vorrichtung, durch welche das eintretende Licht polarisirt wird, und diejenige welche die Lage der Polarisationsebene des Lichtstrahles nach dem Durchgang durch das Gas bestimmt, wie weiter unten ausführlich beschrieben werden soll, in das comprimirte Gas selbst, zwischen die die Rohrenden verschliessenden Glasplatten zu bringen. Mit dem so modificirten Apparat konnten wir:

3) das magnetische Drehvermögen der verschiedenen Gase quantitativ bestimmen. —

4) nachweisen dass bei verschiedener Dichte eines und desselben Gases der Betrag der Drehung der Dichte angenähert proportional ist. —

Da die messenden Versuche schwierig und zeitraubend sind, so haben wir solche vorläufig nur für folgende 5 Gase: atmosphärische Luft, Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenoxyd und Sumpfgas angestellt.

Wir verhehlen uns übrigens nicht, dass der von uns angewandte Apparat wie die benützte Beobachtungsmethode noch einiger wesentlichen Verbesserungen fähig sind. Es würde durch Einführung dieser Verbesserungen sich zweifellos eine etwas grössere Genauigkeit in den Beobachtungen erzielen lassen. Da indessen eine gemeinschaftliche Fortführung der Untersuchung durch den Umstand, dass der

Eine von uns Strassburg verlässt unmöglich gemacht wird, so haben wir dieselbe vorläufig abgeschlossen. — Die nachfolgende Mittheilung enthält:

§ 1. eine Beschreibung des Apparates in welchem die zu untersuchenden Gase eingeschlossen wurden und der Methode mittelst welcher wir die Drehung der Polarisationsebene beobachteten und massen.

§ 2. Erläuterung der Vorrichtungen mit Hülfe deren die Gase in dem Untersuchungsapparat comprimirt wurden.

§ 3. Die Methode zur Messung der Dichte der untersuchten Gase.

§ 4. Die Methode zur Messung der Intensität der benutzten Ströme.

§ 5. Die Beobachtungen an den genannten 5 Gasen.

§ 6. Zusammenstellung der Beobachtungen und Vergleichung der Drehung in den Gasen mit derjenigen im flüssigen Schwefelkohlenstoff. —

§ 1.

Beschreibung des Apparates in welchen die Gase eingeschlossen wurden und der Methode zur Beobachtung der Drehung.

Bevor wir übergehen zur genaueren Beschreibung des Apparates in welchem die Gase für Beobachtung der Drehung comprimirt werden, geben wir an der Hand des Situationsplanes Fig 1. eine Uebersicht der Anordnung sämmtlicher für den Versuch nöthigen Apparate. Die Figur ist in $^1/_{20}$ natürlicher Grösse gezeichnet, so dass die Grössenverhältnisse der einzelnen Theile leicht aus derselben zu entnehmen sind.

A A A A ist ein sehr schwerer eichener Tisch, auf dem die Haupttheile des Apparates aufgebaut sind. B C ist das Rohr, in welchem die Gase comprimirt werden und durch dessen Axe ein Lichtbündel zur Bestimmung der

Drehung geschickt werden soll. Dasselbe ist ein ohne Naht gezogenes Kupferrohr von 10 mm äusserem und 3 mm innerem Durchmesser. Die Enden B und C werden in weiter unten zu beschreibender Weise von den Gestellen D und E gehalten, die ihrerseits auf Steinblöcken F und G ruhen, die auf dem Tisch mit Cement befestigt sind.

Das Rohr ist umgeben von 6 grossen auf einem schweren eisernen Stativ H ruhenden Rollen J. J. von umsponnenem Kupferdraht (Dicke des übersponnenen Drahtes 3^{mm}; Widerstand jeder Rolle 0,66 S. E.) in deren Innern sich noch 6 andere kleinere (Dicke des Drahtes 3^{mm}; Widerstand 0.11 S. E.) befinden. Die Drähte sämmtlicher Rollen sind hintereinander verbunden. —

Vom Ende D des Kupferrohrs führt eine Verbindungsröhre V zu einem Stahlstück K. Von diesem geht ein Rohr L zu einer Gascompressionspumpe M, ein anderes N zu einem vertikalen Rohr von Schmiedeeisen O. Das untere Ende dieses Rohres communicirt durch das Rohr P mit einer hydraulischen Presse Q. Diese Apparate dienen, wie unten gezeigt wird zum Comprimiren der Gase.

R ist eine Kalklichtlampe deren Strahlen durch das Rohr B C gesandt werden, und S ein Commutator welcher erlaubt die Richtung des Stromes in den Rollen zu wechseln. T endlich ist eine kleine Drahtrolle welche zum Zweck der Messung der Intensität des Stromes in den Stromkreis eingeschaltet werden kann.

Wir wenden uns nunmehr zur genaueren Erläuterung des Apparates B C.

In Fig. 2 ist ein Horizontalschnitt desselben in $^1/_2$ natürlicher Grösse gezeichnet. Der Theil B in Fig. 2 giebt das Ende B 1 und der Theil C das Ende C der Fig. 1.

Das Kupferrohr a a ist um es gegen Verbiegungen zu schützen welche es durch die an seinen Enden befind-

[illegible] hätte erleiden können, mit [illegible] Eisenrohr mm lose um- [illegible] des Eisenrohrs werden durch [illegible] zusammengehalten. An den Enden von [illegible] b angeschraubt und verlöthet. [illegible] genau conisch ausgedreht, und [illegible] 2 mit einer 3^{mm} weiten axi- [illegible] cylindrische Stahlstücke d d, [illegible] abgedreht sind. Diese Stücke [illegible] der Enden des Rohres BC bilden. Es [illegible] an die Bohrungen derselben durch [illegible] und andererseits den conischen [illegible] Stücke b b einzupressen dass ein völlig [illegible] hergestellt ist. Für den ersten Zweck [illegible] Theil von c weiter ausgedreht und [illegible] Wachs- und Colophoniumkitt 3 mm [illegible]; auf dieselben wurden kurze [illegible] f f geschraubt, welche mit heissem [illegible] das vorher angewärmte Stück d einge- [illegible] Verschluss erwies sich sehr gut, wir [illegible] die Glasplatten neu einzukitten. [illegible] b und d haben wir in folgender [illegible] Auf die Stücke b war aussen ein [illegible] mit sehr tiefen Gängen geschnit- [illegible] Eisenringe g g geschraubt wurden. [illegible] der kleinen Drahtrollen grösser [illegible] dieser Ringe g und der Stücke [illegible] Stahlstück auf je ein Ende des [illegible] Unter den gegebenen Um- [illegible] Anordnung so zu treffen, dass [illegible] aufgeschraubt wurden, [illegible] von den Drahtrollen umgeben [illegible] aufgeschraubt, dass die Stahl- [illegible] Indem nun durch-

Digitized by Google

bohrte Eisenplatten mittelst 6 Schrauben sehr fest gegen die Ringe g g angezogen wurden, konnten die Stahlconen fest in ihre Lager eingedrückt werden. Die anzupressende Eisenplatte ist für das Ende B mit h h für das Ende C mit i i bezeichnet. Die Zugschrauben sind durch die Striche k angedeutet. Wurden dieselben sehr sorgfältig gleichmässig angezogen, so schlossen die Stahlconen bei den höchsten angewandten Drucken vollständig. Wir sind nie durch Undichtigkeit dieser Verschlüsse belästigt worden.

Als wir indess vor das eine Ende des Rohres ein polarisirendes und vor das andere Ende ein analysirendes Nicol'sches Prisma brachten, gelang es uns zwar, in allen Gasen die wir bei Druck von einigen Hundert Atmosphären untersuchten, die electromagnetische Drehung zu constatiren (— die Glasplatten waren soweit von den Enden der Drathrollen entfernt, dass durch sie eine Drehung nicht eintrat —) indessen konnten wir keine zuverlässigen Messungen der Drehung ausführen wegen der stets vorhandenen Doppelbrechung der Glasplatten e e. Trotzdem die Pressung der Stücke d d nur an dem conischen Theil statthatte, der cylindrische Theil, in welchem sich die Glasstücke befanden, jeder directen Pressung entzogen war, wurden doch stets beim Anpressen der Schrauben k die Glasplatten doppelbrechend, indem die Pressung von dem conischen auf den cylindrischen Theil sich übertrug.

Doppelbrechung der zwischen dem Polarisator und Analyseur befindlichen Glasplatten beeinträchtigt aber die Genauigkeit der Bestimmungen der Drehung beträchtlich und kann, wie wir uns durch Versuche überzeugten, zu sehr irrigen Resultaten bezüglich der Grösse der zu beobachtenden Drehung führen. Wir entschlossen uns daher den Polarisator und Analyseur zwischen die Glasplatten in den Apparat selbst zu bringen, so dass die Wirkung der letzte-

Digitized by Google

von ganz ausgeschlossen war. Da unser Apparat ursprünglich nicht mit Rücksicht auf diese Anordnung construirt war, so konnten wir keine Nicol'schen Prismen oder andere grössere Apparate ins Innere desselben bringen. Es blieb uns daher, wollten wir nicht den ganzen Apparat verwerfen, Nichts Anderes übrig als für Polarisator und Analyseur Turmalinplatten zu nehmen. Wir wählten 2 Platten aus einer Turmalinzange von Hofmann in Paris, von denen die eine roth, die andere grün durchsichtig war. Diese Turmaline liessen in paralleler Stellung ziemlich viel Licht von grünlicher Färbung durch, in gekreuzter Stellung [illegible] unsere intensive Lichtquelle freilich [illegible] konnte sehr gut auf das Minimum der [illegible] eingestellt werden. Die Turmaline sind in Fig. [illegible] gezeichnet; sie wurden einfach vor die Oeffnungen [illegible] gekittet.

Wir versuchten zunächst, nachdem obige Anordnung getroffen war, die Drehung der Polarisationsebene auf die Weise zu bestimmen, dass wir zwischen die Turmaline eine drehende Quarzplatte oder eine drehende Doppelplatte aus Quarz einschalteten, das austretende Licht spectral zerlegten und nun die beim Schluss des Stromes eintretenden Verschiebungen des dunkeln von der Drehung der Quarzplatte herrührenden Streifens im Spectrum massen. Das Spectrum des durch die Turmaline gegangenen Lichtes war indessen, obgleich wir Kalklicht benutzten, so schwach, dass sich die Verschiebung des dunklen Streifens nicht scharf messen liess und wir von dieser Methode absehen mussten. Dagegen ergab sich bald dass wir in einfacher Weise und mit vorläufig hinreichender Genauigkeit die Drehung in den Gasen messen konnten, wenn wir das Ende des Rohres an welchem sich der polarisirende Turmalin befand (zunächst der Lampe) unbeweglich festhielten und den Analyseur auf das Minimum der

Helligkeit brachten, dadurch dass wir das ganze Kupferrohr um seine Axe drillten.

Zu dem Zweck wurde das Ende B des Rohres in der in Fig. 3 gezeichneten Weise befestigt. h in Fig. 3 ist die pressende Eisenplatte. Die 6 Schrauben k der Fig. 2 sind mit ihren Köpfen sichtbar. Die Platte ist 6eckig gefeilt und wird gehalten durch ein Eisenstück n welches 2 Arme o o hat. Das Eisenstück wird auf die Platte durch die 3 Schrauben p fest gepresst. Die Arme o o, die an ihren Enden kleine Löcher tragen, werden durch die Schrauben r r sehr fest in das schwere eiserne Stativ q q geschraubt. Dieses Stativ stand, wie schon oben angegeben ist, auf einem grossen Sandstein (F Fig. 1) der auf dem Tisch mit Cement befestigt war. Die Befestigung des Rohrendes B war auf diese Weise so vollständig erreicht, dass als wir auf die Platte h einen Spiegel setzten und aus mehreren Metern Entfernung eine Scala in demselben beobachteten, selbst bei starker Drillung des Rohrendes C keine Scalenverschiebung beobachtet wurde.

Das Stück C der Fig. 2 giebt einen Grundriss und die Figur 4 ein Aufriss der Vorrichtung zum Drehen des anderen Endes des Kupferrohres. Gleiche Stücke sind in beiden Figuren mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

s ist eine feste eiserne Säule mit 3 Füssen, die an ihrem oberen Ende ein Axenlager hat. In diesem Lager liegt eine eiserne, mit dem Versuchsrohr centrisch durchbohrte Axe t, die durch einen überliegenden Bügel u mit Schraube v festgehalten wird. An der einen Seite dieser Axe sind 3 Fortsätze w, w, w, welche mit Hülfe von Schrauben x an die eiserne Platte i i angeschraubt werden. An der anderen Seite der Axe befindet sich ein Querarm y y. Wird dieser gedreht, so wird damit die Scheibe i und mithin das Rohrende C mit dem Turmalin l gleichfalls gedreht. Die Säule s ist, wie in Fig. 1 angedeutet, gleichfalls auf einen Stein, der auf dem Tisch mit Cement befestigt ist, aufgestellt.

Da das Rohrende C nur wenige Grade bei den Versuchen zu drehen ist und die ganze Aufstellung und Anordnung sehr solide und fest war, so erfolgte die Drillung mit Leichtigkeit.

Den Betrag derselben haben wir durch Spiegelablesung gemessen. Auf der Eisenplatte i war oben ein vertikaler Spiegel z befestigt, diesem stand in etwa 2 Meter Entfernung ein Fernrohr mit vertikaler Scala (U Fig. 1) gegenüber. Indem nun nach Stromschluss der Eine von uns an den Armen durch Drehung aufs Minimum der Helligkeit einstellte, las der Andere die Stellung der Scala im Fernrohr ab. Durch Rechnung und durch besondere Versuche, indem wir die Eisenscheibe um genau bestimmte Winkel drehten, fanden wir übereinstimmend dass innerhalb der Grenzen der Drehungen welche bei unseren Versuchen vorkamen, ein Grad Drehung 7,025 Centimeter unserer Scala entsprach. In den späteren Versuchen sind direct die Ablesungen an der Scala in Centimetern angegeben und ist dann das Mittel dieser auf der Scala gemessenen Drehungen in Winkelmaass umgerechnet.

Bei den Versuchen wurde immer, nachdem der Strom in einem Sinne geschlossen war, zehn Einstellungen gemacht, dann die Richtung des Stromes umgekehrt und wieder 10 Einstellungen gemacht. Die Differenz der arithmetischen Mittel der beiden Gruppen von 10 Einstellungen ist in den Versuchen bezeichnet als: „Drehung in Scalentheilen."

War die Drehung der Gase einigermaassen beträchtlich so traten trotz der Absorption der Turmaline sehr deutlich Farben beim Drehen des Analyseurs auf. Diese Farben waren besonders bei Kohlenoxyd und Sumpfgas sehr hervortretend. Es zeigt dies, dass auch in den Gasen die Strahlen verschiedener Wellenlänge verschieden stark

gedreht werden. Waren Farben deutlich erkennbar, so wurde auf den Uebergang von Blau auf Roth eingestellt.

§ 2.
Vorrichtungen zur Compression der Gase.

Da uns keine Compressionspumpe zur Verfügung stand, mit der wir hätten die zu untersuchenden Gase direct bis zu einem Druck von einigen Hundert Atmosphären comprimiren können, dagegen das physikalische Institut der Universität eine sehr gute von Bianchi in Paris gebaute Gascompressionspumpe nach Natterer zum Verdichten von Kohlensäure und eine sehr kräftige hydraulische Presse besitzt, so haben wir die Compression der Gase in folgender Weise bewerkstelligt. —

Wir verbanden mit dem Versuchsrohr B C ein sehr starkes Rohr von Schmiedeeisen (O Fig. 1). Dies Rohr hatte 1,5 mt. Länge 64 mm äusseren und 18 mm inneren Durchmesser. Es wurde in vertikaler Stellung in einem Holzgestell gehalten. Mit Hülfe der Gascompressionspumpe wurden nun zunächst dies Rohr und das Versuchsrohr mit dem zu untersuchenden Gas bis zu einem Druck von etwa 70 bis 80 Atmosphären gefüllt; dann wurde die Pumpe M abgesperrt und nun mit Hülfe der hydraulischen Presse Q Glycerin in das Eisenrohr O gepresst und damit das Gas bis auf den gewünschten Grad im Versuchsrohr verdichtet.

Die Dimensionen der Apparate waren derartig dass wenn das Eisenrohr O fast völlig mit Glycerin gefüllt war der Druck im Versuchsrohr nahe 300 Atmosphären betrug, wenn, wie angegeben, vorher durch die Compressionspumpe das Gas bereits auf 70 bis 80 Atmosphären verdichtet war. Für den beabsichtigten Zweck war folgende specielle Anordnung getroffen. Das Versuchsrohr hatte, wie oben schon angegeben, an seinem Ende B ein kupfernes Ansatzrohr V

§. 3.
Messung der Dichte der Gase.

Da die Angaben der gebräuchlichen Manometer, welche Drucke von mehreren Hundert Atmosphären anzeigen, stets mehr oder weniger unsicher sind und wir jedenfalls ein solches Manometer erst genau experimentell hätten prüfen müssen, so haben wir von Druckmessungen abgesehen und möglichst direct die Dichte des Gases, welches bei jedem Versuch in dem Rohr enthalten war, bestimmt. Unter Dichte verstehen wir im Folgenden den Quotienten

$$D = \frac{m}{v},$$

wo m das gesammte im Apparat enthaltene, dem Volumen nach bei 760^{mm} Druck und 0^0 C. gemessene Gas, und v das Volumen des Apparates bedeutet.

Nimmt man an, dass das Mariotte'sche Gesetz auch für die angewandten Drucke noch gilt, so ist D zugleich der Druck in Atmosphären, den das im Apparat eingeschlossene Gas bei 0^0 haben würde.

Bezeichnet mithin s das specifische Gewicht des Gases bei 0^0 C. und 760^{mm}, bezogen auf Wasser als Einheit, so gibt $\varrho = D.\ s$ die absolute Dichte desselben.

Um nun die Grösse m zu bestimmen, liessen wir das im Apparat comprimirte Gas in ein gewöhnliches Laboratoriumsgasometer übertreten, so dass im Apparat nur Gas von nahe Atmosphärendruck blieb. Dies Gasometer stand auf einer Decimalwaage, war vor dem Einlassen des Gases völlig mit Wasser gefüllt, und genau tarirt. Trat Gas in dasselbe ein, so trat entsprechend Wasser aus einer zu dem Zwecke angebrachten Oeffnung aus. Durch Wägung wurde die Menge des ausgetretenen Wassers bestimmt, und somit das Volumen des ins Gasometer eingetretenen Gases gefunden. Dies Volumen wurde dann nach Messung des etwaigen kleinen Ueber- oder Unterdruckes unter dem das

Gas stand und Bestimmung der Temperatur auf 760^{mm} Druck und 0° reducirt. Selbstverständlich ist zu diesem Volumen noch dasjenige des im Apparat bei Atmosphärendruck zurückgebliebenen Gases zu addiren um das Gesammtvolumen des comprimirten Gases zu erhalten.

Ebenso wie m muss auch v bei jedem einzelnen Versuch bestimmt werden, denn das Volumen, welches das comprimirte Gas einnimmt, variirt von Versuch zu Versuch mit dem Stand des Glycerins in dem Eisenrohr.

Um jedesmal v zu ermitteln, genügt es, das im Apparat comprimirte Gas nicht auf einmal in das Gasometer übertreten zu lassen, sondern zunächst den Apparat mit einem Gefäss dessen Inhalt genau bekannt ist, in Verbindung zu setzen, so dass das Gas dies Gefäss und den Apparat mit gleichem Druck ausfüllt, und dann das Gas aus dem Gefäss und dem Apparat gesondert ins Gasometer übertreten zu lassen und die Volumina zu bestimmen. —

Ist dann v_0 der bekannte Inhalt des Gefässes, v der gesuchte des Apparates und sind a und b die respectiven ausgelassenen Mengen, so ist

$$v_0 : v = a : b$$

mithin v gegeben. —

Als Gefäss für die Vertheilung des Gases benützten wir den Recipienten der Compressionspumpe. Durch Wägung mit Wasser war der Inhalt dieses Recipienten genau ermittelt. Die Manipulation war nun folgende:

Nach Bestimmung der Drehung wurde, während γ Fig. 5 geschlossen blieb, zunächst durch Losschrauben bei η Fig. 5 der Recipient der Compressionspumpe mit der Atmosphäre in Verbindung gesetzt so dass in ihm und in dem Bleirohr Gas von atmosphärischem Druck vorhanden war; dann wurde das Bleirohr wieder angeschraubt und durch Oeffnen von γ Fig. 5 das im Apparat enthaltene Gas in dem Apparat und dem Recipienten vertheilt. Nach Schluss von γ

Digitized by Google

und Schluss des Recipienten wurde bei η wieder losgeschraubt und nun gesondert die im Apparat und im Recipienten enthaltene Gasmenge ins Gasometer übergelassen. Verfährt man, wie angegeben, so tritt allerdings ein kleiner Theil des vorher comprimirten Gases nicht ins Gasometer, denn wenn nach der Vertheilung der Apparat und der Recipient abgeschlossen sind und bei η geöffnet wird, so entweicht das Gas, welches sich im Bleirohr befand, in die Atmosphäre bis in dem Rohr Atmosphärendruck eingetreten ist. Um diesen Verlust in Rechnung zu ziehen, wurde sorgfältig das Volumen des Bleirohres durch besondere Versuche bestimmt. Da andrerseits der Druck unter dem das Gas sich im Bleirohe befand leicht aus der Gasmenge welche aus dem Recipienten austritt (a) und dem Volumen des Letzteren v_0 gefunden wird, so kann auch die aus dem Bleirohr ausgetretene Gasmenge bestimmt und in Rechnung gezogen werden.

Wollten wir ohne neue Füllung des Apparates zwei Versuche bei verschiedenen Dichten mit einem Gase machen, so beobachteten wir nach der Compression die Drehung, liessen dann eine Quantität des Gases in das Gasometer aus, massen dieselbe in der angegebenen Weise und bestimmten die Drehung für die noch im Apparat zurückgebliebene Gasmenge. Diese, wie das Volumen des Apparates wurde dann in der erläuterten Weise gemessen, und hieraus die Dichte des Gases bei der zweiten Bestimmung der Drehung berechnet. Nimmt man zu der zuletzt ausgelassenen Menge noch diejenige hinzu welche bereits vorher ausgelassen war, so erhält man die zu der ersten Bestimmung der Drehung zugehörige Dichte.

Die vorstehend entwickelte Methode zur Bestimmung von D ist indess noch mit einem Fehler behaftet.

Bei den hohen von uns angewandten Drucken wird jedenfalls vom Glycerin im Eisenrohr eine gewisse Menge

Gas absorbirt. Wird nun das Gas aus dem Apparat ausgelassen, so wird von dem vom Glycerin absorbirten mehr oder weniger frei werden und austreten und mithin die Dichte des Gases grösser gefunden werden als sie in Wirklichkeit beim Versuch war. Es ist wohl möglich, dass die Abweichungen welche unsere Bestimmungen der Drehungen für ein Gas unter einander zeigen hauptsächlich durch einen daher rührenden Fehler in der Bestimmung der Dichte verursacht sind.

Wir würden diesen Fehler haben vermeiden können wenn wir statt Glycerin Quecksilber angewendet hätten. Da aber die Stiefel und Ventile unserer Presse aus Messing gefertigt waren, so mussten wir von der Benutzung von Quecksilber absehen.

§ 4.
Messung der Stromstärke.

Wir benutzten als Stromquelle bei den unten mitgetheilten Versuchen durchgehends 32 Bunsen'sche Elemente, deren Enden zu dem grossen Quecksilbercommutator S Fig. 1 führten, so dass der Strom beim Beobachten bequem vom Beobachter umgekehrt werden konnte. Wir gebrauchten abwechselnd 2 Batterien mit etwas ungleich grossen Elementen.

Um die Versuche unter einander vergleichbar zu machen, war es nöthig bei jedem Versuch die Stärke des Stromes in den Rollen zu bestimmen. Wir fanden es am bequemsten die Stromintensität in folgender Weise in willkürlichem Mass zu messen. Vor jedem Versuch und nach demselben schalteten wir in den Stromkreis eine kleine Drahtrolle T Fig. 1 ein und massen die electromagnetische Drehung der Polarisationsebene des Lichtes in einer 5^{cm} langen Säule von flüssigem Schwefelkohlenstoff die in die Drahtrolle gelegt wurde. Aus den Beobachtungen vor und nach jedem Ver-

such wurde das Mittel genommen. Wir haben die Stromintensität in unsern Rollen dem Betrage dieser Drehung proportional gesetzt; es war dies zulässig, da der Widerstand der eingeschalteten Drahtrolle sehr klein gegen den Widerstand der grossen Rollen und der Elemente war.

In den folgenden Versuchen sind die Stromstärken einfach in Graden Drehung in Schwefelkohlenstoff angegeben. Die in den Gasen beobachteten Drehungen sind dann alle auf ein und dieselbe Stromstärke reducirt nämlich auf diejenige, bei welcher das Röhrchen mit Schwefelkohlenstoff in der Drahtrolle T eine Drehung von $3^0,8$ bei Wechsel des Stromes zeigt. Um das Drehungsvermögen der Gase mit demjenigen anderer Körper zu vergleichen haben wir nach Beendigung unserer Versuche noch ein Glasrohr mit Schwefelkohlenstoff in die 12 Rollen des Apparates eingeschoben, welches gleiche Länge mit dem Kupferrohr hatte und die Drehung im flüssigen Schwefelkohlenstoff dieses Rohres bestimmt. Damit ist dann, wenn auch diese Drehung auf die Stromstärke $3^0 8$ reducirt wird, das Verhältniss der Drehung in Schwefelkohlenstoff und in den verschiedenen Gasen gegeben. Da erstere von Gordon*) in absolutem Mass bestimmt ist, so sind damit auch unsere Beobachtungen in den Gasen ohne Weiteres auf absolutes Mass zurückführbar.

Die Verhältnisse der Drehungen in den Gasen und in Schwefelkohlenstoff sind im letzten Paragraphen gegeben.

Schliesslich möge hier nochmals erwähnt werden, dass wir als Lichtquelle immer Drummond'sches Kalklicht benutzten. Mit Hülfe von Linsen verschafften wir uns ein dünnes möglichst paralleles Lichtbündel welches durch das Versuchsrohr geschickt wurde.

*) Philos. Transact. 1877 I. pag. 1.

§ 5.
Die Versuche.

1) Sauerstoff. —

Der Sauerstoff wurde in gewohnter Weise aus chlorsaurem Kali und Braunstein bereitet. — Es wurden 2 Füllungen des Beobachtungsrohres vorgenommen, mit der ersten sind die beiden ersten der nachfolgenden Versuche, mit der zweiten ist der 3te Versuch ausgeführt. —

Versuch 1.

Stromstärke:	3° 50	
Dichte:	70	
Drehung:	3,65	Scalentheile
	4,75	
	4,50	
	5,25	
	4,80	
	3,75	
Mittel	4,45 = 0° 38′	

Versuch 2.

Stromstärke:	3° 83
Dichte:	237
Drehung:	14,30
	15,55
	15,65
	13,60
	13,90
Mittel	14,60 = 2° 5′

Versuch 3.

Stromstärke:	3° 82
Dichte:	190
Drehung:	12,10
	11,35
	13,05
	10,25
	15,00
	13,95
Mittel	12,62 = 1° 48′

Die Drehung findet Statt im Sinne des positiven Stromes. Es ist jedenfalls ein bemerkenswerthes Resultat, dass der stark magnetische Sauerstoff die Polarisationsebene in demselben Sinne dreht wie stark diamagnetische Substanzen.

2. Wasserstoff.

Es wurden gleichfalls 2 Füllungen mit Wasserstoff, der aus reinem Zink und reiner Schwefelsäure dargestellt war, gemacht und wurde mit jeder Füllung bei 2 verschiedenen Drucken die Drehung beobachtet.

Versuch 4.

Stromstärke:	3° 47
Dichte:	199
Drehung:	10,00
	11,20
	11,55
	15,20
	11,10
Mittel	11,81 = 1° 41′

Versuch 5.

Stromstärke:	3° 28
Dichte:	121
Drehung:	7,30
	4,60
	5,45
	7,00
	5,00
	6,40
Mittel	5,96 = 0° 51′

Versuch 6.

Stromstärke:	3° 25
Dichte:	210
Drehung:	10,90
	13,00
	12,80
	10,70
	9,65
	10,50
Mittel	11,26 = 1° 36′

Versuch 7.

Stromstärke:	3° 25
Dichte:	139
Drehung:	7,20
	5,85
	7,90
	6,50
	6,60
	5,95
Mittel	6,67 = 0° 57.

Die Drehung findet statt im Sinne des positiven Stromes. —

3. Sumpfgas.

Das Sumpfgas war bereitet durch Erhitzen eines Gemisches von essigsaurem Natron und Natronkalk in einem eisernen Rohr. Das Gas enthielt jedenfalls, trotzdem bei der Bereitung mit grosser Sorgfalt verfahren wurde, nicht unbedeutende Mengen Wasserstoff, und vielleicht andere Kohlenwasserstoffe. Eine Analyse des Gases konnte leider nicht gemacht werden, da 2 Proben desselben, die für Analyse in Glasröhren eingeschmolzen waren, durch Zerbrechen der Glasröhren verloren gingen.

Versuch 8.

Stromstärke:	3° 79
Dichte:	190
Drehung:	37,35
	38,45
	37,30
	36,75
	35,60
	35,95
Mittel	36,90 = 5° 15′

Versuch 9.

Stromstärke:	3° 68
Dichte:	113
Drehung:	17,85
	14,90
	16,00
	15,75
	18,15
	15,40
Mittel	16,34 = 2° 32′.

Die Drehung erfolgt im Sinne des positiven Stromes.

4. Kohlenoxyd.

Das Kohlenoxyd wurde aus Blutlaugensalz und Schwefelsäure bereitet. Nachdem das Gas mehrmals durch Wasser gegangen war enthielt es keine schweflige Säure und nur noch eine geringe Spur von Kohlensäure.

Versuch 10.		Versuch 11.	
Stromstärke:	3° 34	Stromstärke:	2° 41
Dichte:	222	Dichte:	172
Drehung:	22,75	Drehung:	13,45
	22,25		12,50
	21,00		14,70
	21,90		12,25
	18,40		13,05
	21,55		12,10
	22,15	Mittel	13,01 = 1° 51′
Mittel	21,43 = 3° 3′		

Die Drehung erfolgt im Sinne des positiven Stromes.

5. Atmosphärische Luft.

Versuch 12.		Versuch 13.	
Stromstärke:	2° 53	Stromstärke:	2° 26
Dichte:	227	Dichte:	144
Drehung:	14,80	Drehung:	6,25
	13,05		7,10
	13,75		6,60
	12,40		5,00
	12,75		7,10
	12,30		6,50
Mittel	13,18 = 1° 53′	Mittel	6,43 = 0° 55′

Die Drehung erfolgt im Sinne des positiven Stromes.

§ 6.

Zusammenstellung der Resultate und Discussion derselben.

Um die vorstehenden Versuchsresultate auf bekanntes Maas zurückzuführen, haben wir, wie bereits oben bemerkt wurde, in einem Glasrohr, welches genau die Länge des Kupferrohres hatte, und welches in die 12 Rollen eingeschoben wurde die Drehung des flüssigen Schwefelkohlenstoffs bestimmt. Da dieselbe beträchtlich war, so haben wir

nicht weisses Licht sondern Natronlicht genommen und für dieses die Drehung im Schwefelkohlenstoff ermittelt.

Es ergab sich bei Stromwechsel eine Drehung von 61°15 bei einer Stromstärke von 3°70, folglich reducirt auf die Stromstärke von 3°8, 62°48′. Die 6te und 7te Columne der nachfolgenden Tabelle sind mit Hülfe dieses Werthes berechnet. Da das Glasrohr, in welchem die Drehung des flüssigen Schwefelkohlenstoffes bestimmt wurde, ohne ein übergeschobenes Eisenrohr in die Drahtrollen gebracht war, während das Kupferrohr von einem Eisenrohr umgeben war, so bemerken wir noch, das wir durch besondere Versuche einen etwaigen Einfluss des Eisenrohres festzustellen suchten. Wir fanden, dass die Drehung in den Gasen nicht merklich verschieden war, mochte das Kupferrohr von dem eisernen umgeben sein oder nicht. In der Tabelle in der die Beobachtungen des vorigen Paragraphen zusammengestellt sind bedeutet:

D die Dichte des Gases wie dieselbe oben definirt wurde.

J die in oben angegebener Weise gemessene Stromstärke.

R die Drehung der Polarisationsebene in Graden und Minuten bei Stromwechsel.

Δ die Dichte bei welcher die Drehung des Gases in unserem Apparat bei einer Stromstärke von 3°8, einen Grad betragen würde, berechnet unter der Annahme, dass die Drehung der Dichte proportional ist.

d die Dichte bei welcher das betreffende Gas ein electromagnetisches Drehvermögen gleich dem des Schwefelkohlenstoffs haben würde.

S die reciproken Werthe von d also die Drehung der Gase beim Druck einer Atmosphäre, diejenige des Schwefelkohlenstoffs gleich 1 gesetzt. Die Zahlen unter S sind also auch proportional den Drehungen welche unter gleichen

Umständen durch je ein Molecül der verschiedenen Gase hervorgebracht werden.

D	J	R	Δ	d	S
		Wasserstoff.			
121	3°28	0°51′	123		
139	3·10	0°57′	119		
199	3,47	1°41′	108		
210	3,25	1°36′	112		
		Mittel	115,5	7253	0,0001379
		Sauerstoff.			
70	3°50	0°38′	102		
190	3°82	1°48′	106		
237	3°83	2° 5′	115		
		Mittel	108	6782	0,0001474
		Atmosph. Luft.			
144	2°26	0°55′	94		
227	2°53	1°53′	81		
		Mittel	87,5	5495	0,0001819
		Kohlenoxyd.			
172	2°41	1°51′	59		
222	3°34	3° 3′	64		
		Mittel	61,5	3862	0,0002589
		Sumpfgas.			
113	3°68	2°32′	43		
190	3°79	5°15′	36		
		Mittel	39,5	2481	0,0004031

In dieser Zusammenstellung treten die in der Einleitung gegebenen Resultate klar zu Tage.

Wie eine Vergleichung der Zahlen unter S mit den Brechungsexponenten der Gase zeigt, ist die electromagnetische Drehung um so grösser je grösser der Berechnungsexponent. Eine bestimmte numerische Beziehung zwischen der Drehung und dem Brechnungsexponenten oder anderen physikalischen Constanten der Gase haben wir indess nicht auffinden können.

Bezüglich des Vergleichs des Drehungsvermögens der Gase mit dem des Schwefelkohlenstoffs ist noch zu bemerken, dass dasjenige des Letzteren für Natronlicht ermittelt wurde, während bei den Versuchen mit den Gasen weisses

Licht benutzt ist. Bei letzteren Versuchen wurde auf das Minimum der Dunkelheit, und, wenn deutliche Dispersion bei der Drehung bemerkbar war, wie weiter oben angegeben, auf den Uebergang von Blau auf Roth eingestellt. Es ist also auch bei den Gasen die Drehung der hellsten Strahlen des Spectrums, d. h. des mittlerem Gelb bestimmt. —

Es würde gewiss Interesse bieten mit unserem, in geeigneter Weise verbesserten Apparat die Drehung für Strahlen verschiedener Wellenlänge bei verschiedener, möglichst genau bestimmter Dichte für einige Gase zu ermitteln.

Statt der Turmaline müsste man, wenn man einen neuen Apparat ausführen liesse, Nicol'sche oder Jellet'sche Prismen im Innern des Rohres anbringen. —

Im Anschluss an den Nachtrag zu unserer ersten Mittheilung (cf. diese Berichte 1879 pag. 30) fügen wir noch folgende Bemerkung an:

In jenem Nachtrag haben wir angegeben, dass es möglich sein möchte im erdmagnetischen Feld in der Atmosphäre die electromagnetische Drehung der Polarisationsebene zu bestimmen. —

Die oben gegebene Zahl für die Luft gestattet zu berechnen wie gross die Drehung in der Atmosphäre im erdmagnetischen Feld des mittleren Europa sein würde.

Nach H. Becquerel*) beträgt die Drehung durch die Horizontalcomponente des Erdmagnetismus für 2,5 Meter Schwefelkohlenstoff 3,25 Minuten, nach Gordon 3,8 Minuten. Nimmt man die kleinere von beiden Zahlen, so giebt sich für ein Kilometer Schwefelkohlenstoff $21^{\circ},67$ also nach der obigen Tabelle für einen Kilometer Luft 0,2366 Minuten, mithin würden 253 Kilometer Luft in der Nord-Süd-Richtung eine Drehung von 1° geben. Es wäre nicht unmöglich, aber immerhin schwierig, diese Drehung auf einer kürzeren Strecke nachzuweisen. —

*) Compt. Rend. LXXXVI. 1075.

Digitized by Google

NFORD LIBRARY

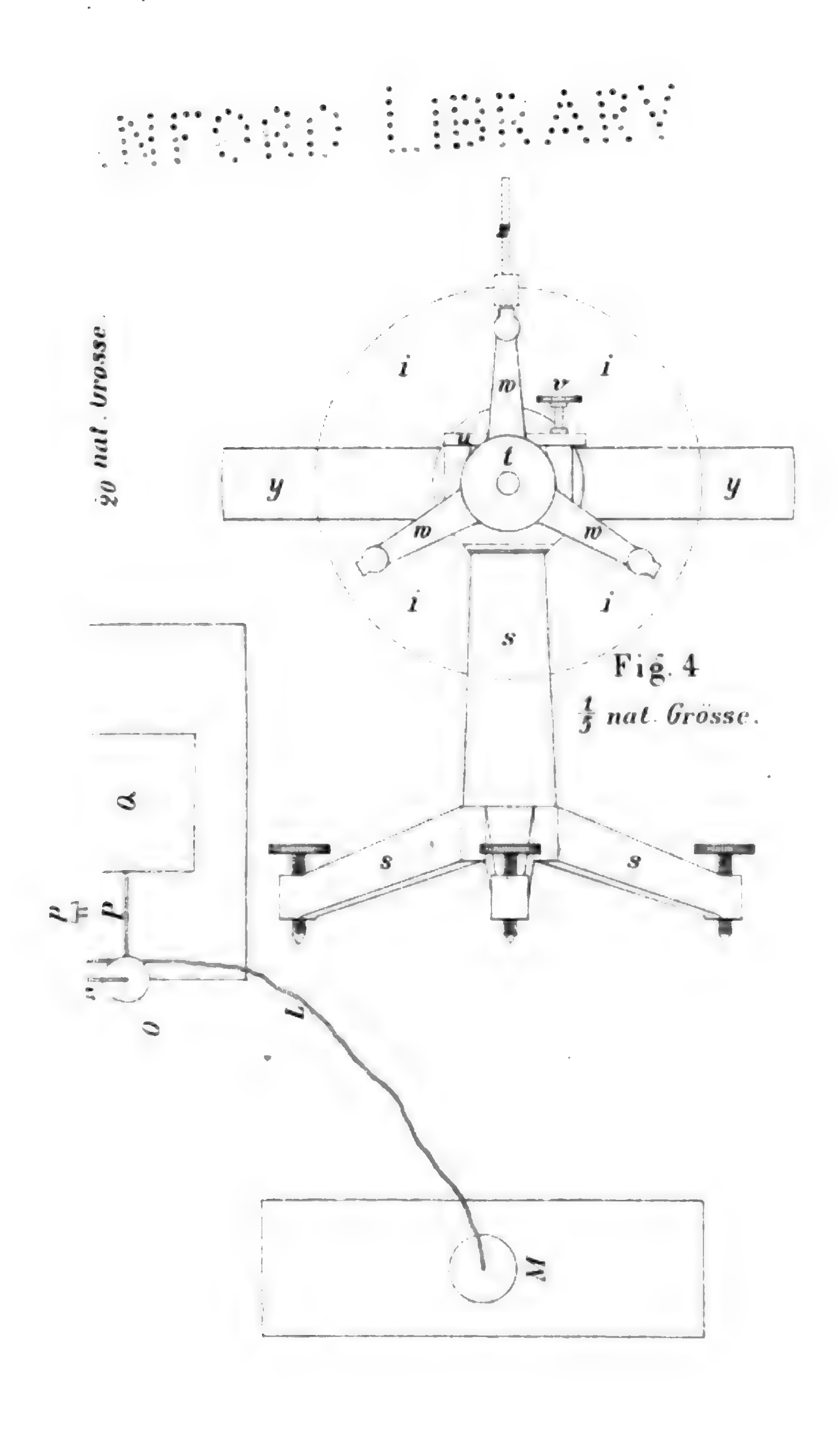


Fig. 4
1/5 nat. Grösse.

Sitz

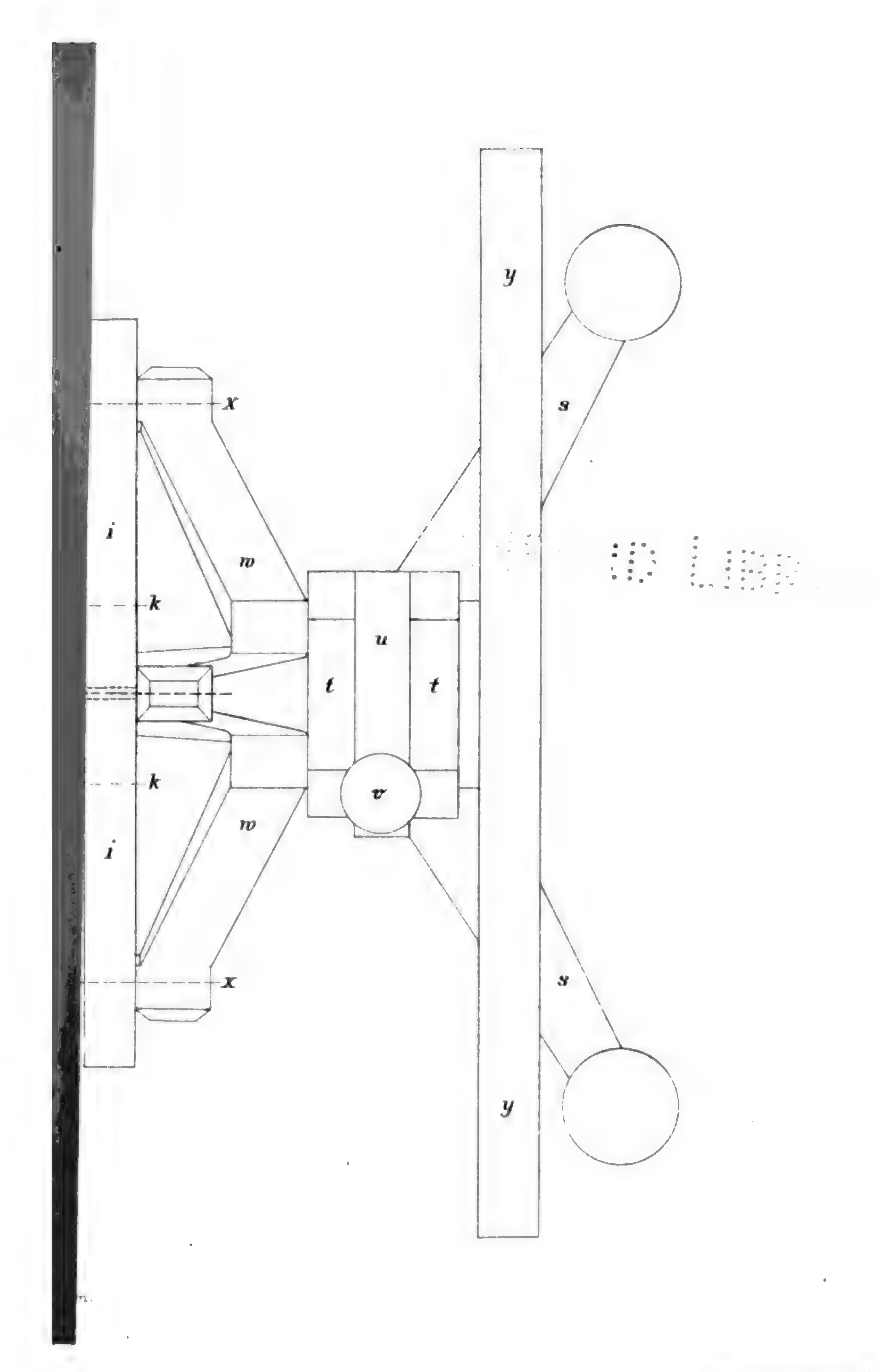
Digitized by Google

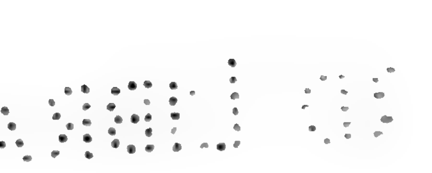
i

k

k

i


y
x
s
w
i
k
u
t
t
k
v
w
i
x
s
y



Herr v. Jolly bespricht die vorgelegte Abhandlung:

„Ueber allmähliche Ueberführung des Bandenspectrums des Stickstoffs in ein Linienspectrum" von A. Wüllner, corr. M.

§ 1.

In der Auffassung der Spectralerscheinungen, welche die durch den Inductionsstrom zum glühen gebrachten Gase darbieten, stehen sich zwei Ansichten einander gegenüber Die eine ist im Grunde die ursprünglich von Ångström ausgesprochene, der für ein bestimmtes Gas anfänglich nur ein einziges, und zwar ein aus einzelnen Linien bestehendes Spectrum als möglich annahm. Die von Plücker und Hittorf beschriebenen Bandenspectra glaubte er Verunreinigungen zuschreiben zu müssen, wie er denn speciell das Bandenspectrum des Stickstoffes einer Oxydationsstufe desselben zuschrieb. Diese Oxydationsstufe glühe als solche, wenn der Strom ohne Funken durch das Gas gehe, sie werden zerrissen durch den Funken und der Stickstoff gebe dann für sich glühend das Linienspectrum des Stickstoffes.

Später hat dann Ångström im Jubelband von Poggendorffs Annalen es als möglich zugegeben, dass ein einfacher Körper beim Glühen im gasförmigen Zustande mehrere Spectra liefern könne. Er nahm dann aber an, dass der Körper mit sich selbst Verbindungen eingehe, also isomere Verbindungen bilde, und diese isomeren Verbindungen liefern dann die verschiedenen Spectra.

Dieser Auffassung der Spectralerscheinungen hat sich dann im Wesentlichen Herr Lockyer angeschlossen, der sie dahin präcisirte, dass im Linienspectrum das einzelne Atom wirksam sei, in den canellirten und continuirlichen Spectren Anhäufungen von Molekülen.

Ich habe eine solche zur Erklärung der verschiedenen Spectralerscheinungen ersonnene Hypothese nicht für nöthig gehalten, sondern geglaubt die verschiedenen Spectralerscheinungen der einfachen Gase aus dem Kirchhoff'schen Satze ableiten zu können. Nachdem Herr Zöllner darauf aufmerksam gemacht hatte, dass das von einer strahlenden Gasschicht ausgesandte Licht wesentlich von der Dicke und Dichte der Schicht abhängig sein müsse, habe ich nach Constatirung der Thatsache, dass das Linienspectrum der von mir untersuchten einfachen Gase nur bei dem eigentlichen elektrischen Funken sich zeigt, das Bandenspectrum dagegen, wenn im Gase das positive Büschellicht auftritt, die verschiedenen Spectra dem Unterschiede in der strahlenden Schicht zugeschrieben. Im Funken leuchten nur die direkt von dem Funken getroffenen Moleküle, also fast nur eine lineare Molecülreihe. Desshalb können sich nur die der Temperatur des Funkens entsprechenden absoluten Maxima des Emissionsvermögens im Spectrum zeigen. Wird dagegen in dem positiven Büschellicht die ganze in der betreffenden Spectralröhre eingeschlossene Gasmasse leuchtend, so sendet stets eine relativ dicke Schicht Licht aus, es müssen sich daher in dem Spectrum alle Lichtarten zeigen, für welche bei der betreffenden Temperatur das Emissionsvermögen überhaupt von Null verschieden ist. Da das leuchtende Gas aber immer eine relativ sehr kleine Dichtigkeit hat, so muss sich in dem Spectrum jeder Unterschied des Emissionsvermögens für die einzelnen Lichtarten zeigen, die Spectra müssen reich schattirt sein, wie wir es in der That bei den Bandenspectris der Gase finden.

Als einen weiteren Beweis für die Richtigkeit dieser meiner Auffassung habe ich die Spectra des Joddampfes angesehen. In einer Wasserstoffflamme zum glühen gebracht, gibt der Joddampf das negative Absorptionsspectrum, welches ganz denselben Charakter hat, wie die Bandenspectra der Gase; durch den Funken zum glühen gebracht, geben die leuchtenden Jodmoleküle ein aus einzelnen hellen Linien bestehendes Spectrum.

§ 2.

Diese Erklärung stützt sich auf die von Herrn Zöllner zuerst entwickelte Gleichung für die Menge der von einer strahlenden Schicht von der Dicke d und der Dichte δ ausgesandte Lichtmenge E einer bestimmten Wellenlänge. Ist α das Absorptionsvermögen einer Gasschicht, deren Dicke und Dichte gleich eins ist bei irgend einer Temperatur für die betreffende Wellenlänge, ist e das Emissionsvermögen eines vollkommen schwarzen Körpers für dieselbe Wellenlänge bei derselben Temperatur, so ist

$$E = (1 - (1 - \alpha)^{d\delta}) e.$$

Diesem Ausdrucke liegt ausser dem Kirchhoff'schen Satze nur die Annahme zu Grunde, dass die Absorption des Lichtes bei Vermehrung der Dichte einer Schicht und constanter Dicke gerade so zunimmt, wie bei Vermehrung der Dicke und constant erhaltener Dichte.

Das Spectrum, welches eine glühende Gasschicht bei einer bestimmten Temperatur liefert, wird darnach durch eine Summe von Gliedern der obigen Form dargestellt, deren Zahl so gross ist, als es überhaupt sichtbare Wellenlängen gibt. Aus dieser Summe fallen nur die Glieder aus, welche Wellenlängen entsprechen, für die der Werth α bei dem betreffenden Gase und der betreffenden Temperatur absolut gleich null ist.

Digitized by Google

Dieser Ausdruck für das von einer glühenden Gasschicht gelieferte Licht zeigt, dass es für ein Gas überhaupt kein bestimmtes Spectrum gibt, dass vielmehr das Spectrum je nach den Werthen von d und δ, immer gleiche Temperatur vorausgesetzt, sehr verschieden sein muss, wenigstens dann, wenn das Absorptionsvermögen nicht lediglich für einige wenige Wellenlängen von null verschieden ist. Nur im letztern Falle würde das Spectrum des Gases unabhängig von der Dicke und Dichte der strahlenden Schicht lediglich aus einer begrenzten Zahl heller Linien bestehen, wie es früher Ångström annahm.

Ist aber α für alle oder doch eine grosse Zahl von Wellen von null verschieden, so kann das Gasspectrum nur dann aus einzelnen hellen Linien bestehen, wenn sehr dünne Gasschichten von sehr geringer Dichte leuchten, wie es eben der Fall ist, wenn nur die im elektrischen Funken getroffene Molekularreihe leuchtet. Wächst Dichte oder Dicke der leuchtenden Schicht, so muss das Spectrum immer reicher werden, es müssen nach und nach neue Wellen zu den schon vorhandenen hinzu treten und schliesslich muss das Spectrum ein continuirliches werden.

Es sind demnach in gewisser Weise zwei Grenzfälle, welche wir im Linien- und Bandenspectrum eines Gases beobachten, in gewisser Weise, denn wir können im positiven Büschellicht immerhin nur sehr begrenzte Dicken und Dichten des Gases auf solche Temperaturen bringen, dass sie hinreichend helles Licht aussenden.

§ 3.

Dieser Auffassung der Banden- und Linienspectra der Gase bietet sich nur eine Schwierigkeit dar und zwar in dem Umstande, dass die Linien des Linienspectrums keineswegs gerade den Helligkeitsmaximis des Bandenspectrums entsprechen. Und gerade dieser Umstand ist es wohl, der

zu der Ansicht geführt hat, der Kirchhoff'sche Satz reiche zum Verständniss der von den Gasen gelieferten Spectra nicht aus, es bedürfe vielmehr zur Erklärung derselben einer neuen Hypothese. So meinen Ångström und Thalen, dass mit wachsender Dicke und Dichte der strahenden Schichte das Spectrum wohl an Reichhaltigkeit zunehmen könne, dass aber einmal vorhandene Linien nicht verschwinden könnten. Dass, wenn bei constanter Temperatur des Gases die Dicke oder Dichte der strahlenden Schicht zunimmt, Wellen, welche bei geringerer Dichte im Spectrum sich zeigen, nicht verschwinden können, unterliegt bei obiger Auffassung der Spectralerscheinungen keinen Zweifel; es ist aber sehr wohl möglich, dass Linien des Linienspectrums nicht mehr als scharfe Linien erscheinen. Sie werden als solche verschwinden, wenn das Absorptionsvermögen der neben liegenden Wellen hinreichend ist, um an der Stelle der Linien ein helles Feld zu entwickeln, wenn die Werthe von d oder δ gross genug sind.

Dass die Dicke und Dichte dann immer noch sehr klein sein können, folgt daraus, dass das Linienspectrum von einer fast linearen Molekülreihe geliefert wird. Indess müssten dann doch, so lange Dicke und Dichte der Schicht nicht sehr gross sind, diese Wellen als Maxima vor den übrigen hervorragen. Das ist nun, wie die Vergleichung der Linien- und Banden-Spectra zeigt, allerdings nicht der Fall. Indess ist dabei zu beachten, dass die Linien- und Bandenspectra, die wir beobachten einer sehr verschiedenen Temperatur angehören, dass die Temperatur des Funkens, der das Linienspectrum liefert, eine sehr viel höhere ist als diejenige des positiven Büschellichtes. Mit steigender Temperatur wächst ohne Zweifel das Absorptionsvermögen der Körper für alle Wellenlängen und damit das Emissionsvermögen, das zeigen uns alle Erfahrungen.

Dabei ist nun durchaus nicht erforderlich, ja nicht

einmal wahrscheinlich, dass das Absorptionsvermögen für alle Wellen in derselben Weise wächst, dass also das Verhältniss der Werthe von α für die verschiedenen Wellen bei allen Temperaturen dasselbe bleibe. Sowie aber eine solche Veränderung eintritt, muss sich auch oder kann sich wenigstens eine Verschiebung der Maxima zeigen. Eine solche Verschiebung der Maxima ist es aber nur, wenn die hellen Linien des Linienspectrums an anderen Stellen liegen als die Helligkeitsmaxima des Bandenspectrums. In dieser Weise können also Linien des Linienspectrums im Bandenspectrum wirklich verschwinden, indem an der betreffenden Stelle des Bandenspectrums eine gleichmässige Beleuchtung eintritt, oder selbst eine geringere Helligkeit als an benachbarten Stellen sich zeigt.

§ 4.

So ungezwungen sich nach dem vorigen die Spectralerscheinungen der Gase aus dem Kirchhoff'schen Satze ergeben, so hat Herr E. Wiedemann [1]) sich doch dagegen aussprechen zu müssen geglaubt, indem er auf Grund eines Versuches des Herrn Lockyer die Annahme der Aequivalenz von Dicke und Dichte der strahlenden Schicht, welche der im § 2 angeführten Gleichung zu Grunde liegt, als nicht zulässig ansieht.

Zunächst ist dazu zu bemerken, dass meine Auffassung der Spectralerscheinungen keineswegs die volle Aequivalenz von Dicke und Dichte der strahlenden Schicht verlangt; sie setzt nur die doch wohl unbezweifelbare Thatsache voraus, dass mit der Dicke der absorbirenden Schicht die Absorption, somit auch mit der Dicke der strahlenden Schicht die Menge des ausgesandten Lichtes zunimmt. Ob die Zunahme ganz dieselbe ist wie bei wachsender Dichte oder nicht, das ist ziemlich gleichgültig; jedenfalls wird bei zu-

1) Annalen der Physik, neue Folge Bd. V. p. 512.

nehmender Dicke der strahlenden Schicht und constanter Dichte das Spectrum durch eine Summe von Gliedern ähnlicher Form dargestellt, und damit muss der Gang der Spectralerscheinungen der vorhin geschilderte werden.

Dass innerhalb der bei den Gasspectren vorkommenden Dichten und Dicken der strahlenden Schicht die Aequivalenz soweit vorhanden ist, wie sie bei der gegebenen Erklärung der Spectralerscheinungen angenommen werden muss, das haben die Messungen der Herren Bunsen und Roscoe über die Absorption der chemisch wirksamen Strahlen im Chlor gezeigt; nach denselben ist der Exstinctionscoefficient des Chlors unter einem Drucke von 760 mm doppelt so gross als wenn das Chlor mit dem gleichen Volumen Luft gemischt ist. Das heisst nach der Definition des Exstinctionscoefficienten, dass in Chlorgas von halber Dichte die Intensität des Lichtes auf dem doppelten Wege in demselben Grade, auf 0,1, geschwächt wird als im Chlorgas von einfacher Dichte [1]).

Ebenso haben die Herren Bunsen und Roscoe bei ihren photochemischen Untersuchungen auf's neue den Beweis geliefert, dass in einer Schicht gegebener Dicke und Dichte die Absorption der Intensität des in die Schicht eintretenden Lichtes proportional ist [2]). Der im § 2 angeführten Gleichung liegt aber, soweit sie von der Dicke der Schicht abhängig ist, nichts anders als dieses Gesetz zu Grunde.

Dem gegenüber kann der Versuch des Herrn Lockyer, nach welchem die Absorptionslinien durch Natriumdampf in dem Spectrum des elektrischen Flammbogens nicht erheblich breiter wurde, wenn das Licht durch eine 5 Fuss lange Röhre gegangen war, als wenn es eine kurze Röhre

1) Bunsen und Roscoe. Photochem. Untersuch. IV Abh. Poggend. Ann. CI.

2) Bunsen und Roscoe a. a. O.

durchstrahlt hatte, keinen Beweis bilden, dass die Absorption nicht mit der Dicke der strahlenden Schicht wächst. Der Versuch beweist nichts, als dass unter den Umständen des Versuchs sich das Absorptionsvermögen des Natriumdampfes auf anderes Licht als das gelbe noch nicht merklich machte. Man kann das nach den Versuchen der Herren Roscoe und Schuster sowie Lockyer selbst nur dem Umstande zuschreiben, dass der Natriumdampf in der betreffenden Röhre eine sehr geringe Dichte gehabt hat.

Dass die Absorption des Natriumdampfes bei wachsender Dichte und Dicke der Schicht ganz in der von der Theorie verlangten Weise zunimmt, das geht deutlich aus den Versuchen der Herren Schuster und Roscoe über die Absorption im Kaliumdampfe und Natriumdampfe hervor. Dieselben brachten in mit Wasserstoff gefüllten Glasröhren zunächst metallisches Kalium zum Verdampfen, und erhielten, als die Röhren vor den Spalt des Spectralapparates gebracht waren, ein durch eine bestimmte Zahl von Absorptions-Banden characterisirtes Spectrum. Bei einem zweiten Versuche wurde das Kalium in eine Eisenröhre gebracht, welche an ihren Enden mit Glasplatten geschlossen war, und durch welche das Licht, nachdem die Röhre glühend gemacht war, der Länge nach hindurchging. Die Herren sagen dann, ich citire nach D'Almeida journal de physique, da mir die Proceedings of the royal Society nicht zu Gebote stehen, Bd. III, p. 344: Par suite, sans doute, de la plus grande épaisseur et de la plus haute pression de la vapeur les bandes vues par la methode précedente ne purent pas être resolues à l'aide du petit spectroscope employé, la totalité du rouge etant absorbée tandis qu'une large bande d'absorption se voyait dans le jaune verdâtre occupant la place du groupe V.

Ganz ebenso war es mit der Absorption des Natriumdampfes; in den Glasröhren eingeschlossener Natriumdampf

Digitized by Google

lieferte die bestimmbaren Banden: Aussitôt que le métal entra en ebullition une serie de bandes apparurent dans le bleu et bientôt après se montrèrent des bandes dans le rouge et le jaune s'étendant jusqu'aux lignes D...

Quand on examine la vapeur du sodium dans un tube de fer chauffé au rouge la lumière Drummond vue à travers cette vapeur parait d'un bleu sombre; si l'on chasse cette vapeur à l'aide d'un courant d'hydrogène la couleur devient plus claire et les rayons peuvent être analysés au spectroscope. — Nach einer Beschreibung der gesehenen Absorptionsbanden fügen die Herren dann noch hinzu: „Quand la vapeur du sodium devient moins dense elle transmet plus de lumiere et l'on voit des bandes d'absorption déjè observées par l'autre methode.

Da diese geringere Dichtigkeit des Dampfes hervorgehoben wird, nachdem schon ein Theil des Dampfes durch den Wasserstoffstrom verjagt ist, so wird man schliessen müssen, dass der Dampf in dem Eisenrohr weniger dicht war als in dem Glasrohr in welchem das Metall im Sieden war, da nach den Lehrbüchern der Chemie das Natrium zum Destilliren schwache Rothglühhitze verlangt. Dann würde dieser Versuch direkt die erforderliche Aequivalenz von Dicke und Dichte beweisen.

Ebenso wenig beweist der Versuch des Herrn Lockyer mit Joddampf gegen die mit der Dicke der Schicht zunehmende Absorption, als er bei einer $5\frac{1}{2}$ Fuss dicken Schicht nichts von den Banden continuirlicher Absorption sah, als die Röhre eine Temperatur von 59^0 F oder $10{,}5^0$ C hatte. Wir kennen zwar nicht die Spannungscurve des Joddampfes, sicher ist aber bei 10^0 C die Spannung und damit die Dichte des Dampfes minimal. Um den Einfluss der Dicke der absorbirenden Schicht beim Joddampf zu erkennen, bedarf es nur der Anwendung eines mit einem Halse versehenen Ballons. Erhitzt man denselben möglichst gleichmässig mit nach unten gehaltenem Halse, so dass in demselben der

13*

Dampf sicher nicht minder dicht ist, als im Ballon, so zeigt der Hals dieselben Absorptionserscheinungen, welche der Ballon bei geringerer Dichte zeigt. Bei geringer Dampfdichte treten zunächst nur einige Linien im grün auf; vermehrt man die Dichte des Dampfes, so werden die Linien im grün dunkler und breiter und gleichzeitig zeigen sich Absorptionsstreifen in gelb. Hat man nun dem Dampf im Ballon eine solche Dichte gegeben, dass bei dem Vorhalten desselben vor den Spalt eben die Linien im gelb erscheinen, so erhält man bei Vorhalten des Halses nur die Linien im grün, wie sie bei geringerer Dichte im Ballon sich zeigten. Man kann so gerade mit dem Joddampf in sehr hübscher Weise erkennen, dass kleinere Dicken dichtern Dampfes gerade so absorbiren wie grössere Dicken weniger dichten Dampfes.

§ 5.

Dass man auch bei der Emmission des Lichtes von glühendem Joddampf diesen meiner Auffassung der Spectralerscheinungen zu Grunde liegenden Einfluss der Dichte der leuchtenden Schicht erkennen kann, habe ich bereits vor 16 Jahren gezeigt, als ich in dem Lichte, welches der in einer Wasserstoffflamme glühende Joddampf beobachtete. In Bezug auf dieses Spectrum heisst es Poggend Ann. Bd. CXX p. 164:

„Sorgt man nun dafür, dass der hellste Theil der Flamme vor der Spalte des Spectralapparates sich befindet, so genügt ein Blick in das Fernrohr desselben um die überraschende Aehnlichkeit in dem Character des Flammenspectrums und desjenigen des durch Joddampf hindurchgegangenen Tageslichts zu erkennen. Etwa von der der Fraunhofer'schen Linie C entsprechenden Stelle an erscheint das Flammenspectrum ebenso wie das Absorptionsspectrum aus abwechselnden hellen und dunklen Streifen stabgitterartig zusammengesetzt, am deutlichsten bis zum beginnenden grün. Das grün erschien viel continuirlicher, die dunklen Streifen

Digitized by Google

in demselben waren kaum zu erkennen. Viel deutlicher zeigen sich die letztern, wenn die Flamme bei geringerm Jodgehalte lichtschwächer war und wie erwähnt in grünlichem Lichte leuchtete. Die Uebereinstimmung im Character auch dieses Theiles der beiden Spectra trat dann deutlich hervor."

Gerade also wie die Absorption mit wachsender Dichte und Dicke der Schicht zunimmt, so auch die Emission; wie bei dem Durchstrahlen einer dünnen oder nur wenig Joddampf enthaltenden Schicht sich zunächst im grün dunkle Streifen zeigen, die dann bei wachsender Dichte oder Dicke einer continuirlichen Verdunklung Platz machen, so sieht man in dem Licht der Jodflamme, die wenig Jod enthält, in grün helle und dunkle Streifen, welche einem continuirlichen Lichte weichen, wenn der Dampf in der Flamme eine grössere Dichte hat.

§. 6.

Das Bandenspectrum des Stickstoffs zeigt, dass der Stickstoff in den Temperaturen, die wir durch die elektrische Entladung erhalten, ein ebenso ausgedehntes Absorptionsvermögen besitzt wie der Joddampf in niedrigen Temperaturen, denn das Bandenspectrum des Stickstoffs hat, wenn auch im einzelnen sehr verschieden, doch im wesentlichen denselben Charakter wie das des Joddampfes. Der Stickstoff muss deshalb vor allen übrigen Gasen sehr geeignet sein durch Untersuchung des von ihm ausgesandten Lichtes die Abhängigkeit der Spectralerscheinungen von der Dichte und Dicke der strahlenden Schicht des Gases zu zeigen, also den Beweis zu liefern, dass es kein constantes Spectrum des Stickstoffs gibt, dass es vielmehr ein bestimmtes Spectrum nur gibt bei bestimmter Dichte und Temperatur des Gases.

Schon in meiner ersten Mittheilung über das Stickstoffspectrum, ehe ich noch die Bedeutung der Dichtigkeit der

Digitized by Google

leuchtenden Schicht für das ausgesandte Licht erkannte, habe ich Poggend. Ann. Bd. CXXXV p. 525 erwähnt, dass wenn man den Druck im Innern einer Stickstoffröhre so klein macht, dass er nicht mehr messbar ist, die Helligkeit des Stickstoffspectrums geringer wird, und zwar derart, dass die dunklern Partieen zuerst erlöschen und schliesslich nur die hellsten Theile übrig bleiben. Ich habe damals schon hinzugefügt, dass das Spectrum sich dadurch in seinem Charakter demjenigen eines Spectrums zweiter Ordnung, wie Plücker die Linienspectra nannte, nähere, ohne dass es jedoch in das Stickstoffspectrum zweiter Ordnung übergehe, da keine neue und helle Linien auftreten. Ich habe indess damals den Verlauf der Erscheinungen nach dieser Richtung hin nicht genauer verfolgt, insbesondere nicht untersucht, ob in der That die hellen Theile, welche übrig bleiben, genau den Maximis des ausgebildeten Bandenspectrums entsprechen weil bei den mir zu Gebote stehenden Mitteln das Spectrum in diesen Drucken zu Messungen zu lichtschwach war. Ich habe desshalb jetzt in dem Sinne eine in's Einzelne gehende Untersuchung des von dem Stickstoff ausgesandten Lichtes vorgenommen, indem ich ausser stärkeren Inductionsströmen ein einfaches Mittel anwandte, um auch bei den geringsten von mir benutzten Gasdrucken das Spectrum zu Messungen hinreichend hell zu machen. Da die Temperatur des Gases, welche der Inductionsstrom erzeugt, mit abnehmendem Querschnitt des Rohres steigt, so wandte ich Spectralröhren mit sehr engem Querschnitt an, etwa 0,2 mm Durchmesser. Zu enge darf man indessen die Röhren nicht wählen, da dann der Strom beim Hindurchtreten sofort die capillare Röhre zertrümmert, wie es bei mehreren solcher Röhren eintrat, welche so enge genommen waren, wie sie sich überhaupt vor der Glasbläserlampe darstellen lassen. Der geringe Querschnitt musste nach meiner Auffassung den Verlauf der Erscheinungen auch unterstützen, indem dann schon

Digitized by Google

bei grösserer Dichte die Erscheinungen eintreten mussten, welche bei grösserem Querschnitte, vorausgesetzt, dass die Temperatur dort hinreichend ist, erst bei geringerer Dichte eintreten. Dass bei zu grossem Querschnitt die Erscheinungen sich nicht in der gleichen Weise entwickeln, werde ich später zeigen. Die angewandten Spectralröhren hatten im Uebrigen die gewöhnlich von mir benützte Form, indess liess ich dem capillaren Theil nur eine Länge von etwa 2 cm geben. Die mit Hähnen versehenen Röhren wurden dann in der früher von mir beschriebenen Weise mit der Geissler'schen Quecksilberluftpumpe verbunden, und um sie mit ganz reinem Stickstoff zu füllen, ganz in der Weise verfahren, wie ich es Poggend. Ann. Bd. CXLIX p. 105 angegeben habe. Der durch Verbrennen von Phosphor unter einer Glocke erhaltene Stickstoff wurde durch eine etwa 3 Stunden in Gluth erhaltene Eisendrahtspirale vollständig von Sauerstoff befreit.

Da mit abnehmender Dichte des Gases, von einer gewissen Verdünnung ab, der Widerstand in der Röhre steigt, so wächst mit derselben auch die Temperatur. Ist die Temperatursteigerung hinreichend, so muss der Versuch auch über das einzige hypothetische in meiner Auffassung der Spectralerscheinungen entscheiden, darüber nämlich, ob mit steigender Temperatur das Absorptionsvermögen für die verschiedenen Lichtarten in gleicher Weise wächst oder nicht. Ist das erstere der Fall, so müssen die relativen Maxima der Lichtstärke, die das voll ausgebildete Bandenspectrum zeigt, stets dieselben bleiben, die bei geringster Dichte übrig bleibenden Reste müssen den Maximis des Bandenspectrums entsprechen. Ist das letztere der Fall, so können im Bandenspectrum dunklere Partieen bei abnehmender Dichte die hellere werden, und das bei der stärksten Verdünnung noch Bleibende kann an ganz andern Stellen liegen als die Maxima des Bandenspectrums.

Es kam desshalb auf eine möglichst genaue Bestimmung

aller relativen Maxima im Bandenspectrum an. Zu dem Zwecke habe ich zwei verschiedene Prismen zu den Beobachtungen benutzt, das erste war das schon früher von mir angewandte Merz'sche Prisma von schwerem Flintglase, dessen brechender Winkel 60° 3′ 30″ ist. Mit demselben wurde stets die Minimalablenkung der gemessenen Stellen im Spectrum bestimmt, um aus diesen die Brechungsexponenten und Wellenlängen der gemessenen Stellen zu berechnen. Das zweite Prisma war ein Schröder'sches zum Direktsehen von einer ausgezeichnet starken Dispersion. Die Axe dieses Prismas wurde der Axe des Collimatorrohrs parallel ein- für allemal fest gelegt. Wegen der ausgezeichneten Dispersion konnte man mit demselben die schwächere Maxima und überhaupt Einzelheiten in dem Spectrum erkennen, welche mit dem einfachen Prisma gar nicht als gesondert wahrgenommen werden konnten. Um die mit dem zweiten Prisma gemachten Messungen auf Minimalablenkungen des Merz'schen zu reduciren, wurden 6 im Funkenspectrum des Stichstoffs und zwar gerade in dem Theile des Spectrums, auf den es hier vorzugsweise ankommt, liegende Linien mit grösster Genauigkeit in beiden Prismen bestimmt. Es ergab sich dann zur Reduction der im Schröder'schen Prisma bestimmten Linien auf das Merz'sche eine ziemlich einfache Interpotalionsformel, welche bis auf wenige Sekunden die in beiden gemachten Ablesungen übereinstimmen liess. Die Reduktionsformel hier anzugeben, hat kein Interesse, ich stelle nur die beobachteten und berechneten Werthe der 6 gemessenen Linien hier zusammen. Die Lage der Linien war im Prisma von

Schröder	Merz beob.	Merz berechn.
4° 55′ 27″	63° 0′ 22″	63° 0′ 22″
5° 51′ 43″	63° 17′ 48″	63° 17′ 56″
8° 38′ 55″	64° 8′ 24″	64° 8′ 23″
10° 23′ 45″	64° 38′ 48″	64° 38′ 49″

Digitized by Google

Schröder	Merz beob.	Merz berechn.
12° 43′ 30″	65° 18′ 24″	65° 18′ 4″
15° 14′ 5″	65° 58′ 40″	65° 58′ 37″

In einem Falle ist allerdings zwischen Beobachtung und Rechnung ein Unterschied von 20″; durch eine andere Interpolationsformel hätte man diesen Unterschied kleiner machen können, indess nur auf Kosten der so vortrefflichen Uebereinstimmung der andern Werthe Da nun gerade an der Stelle des Spectrums keine Details zu bestimmen waren, welche nicht direkt mit dem Prisma von Merz gemessen werden konnten, habe ich die obige Interpolation angewandt.

§. 7.

Zur Berechnung der Wellenlängen diente die Christoffel'sche Dispersionformel, deren Constanten aus den Brechungsexponenten und Wellenlängen der Linien H_α, H_β, H_γ des Wasserstofflinienspectrums berechnet wurden. Die Brechungsexponenten dieser drei Linien sind bei 18° C.

$$n_\alpha = 1{,}745544 \qquad n_\beta = 1{,}773720 \qquad n_\gamma = 1{,}791600$$

Diese Werthe sind etwas kleiner als die früher von mir angegebenen, welche ich im Sommer 1871 bestimmt hatte,[1]) entsprechend der Beobachtung des Herrn Tizeau, dass bei Flintglas die Brechungsexponenten mit steigender Temperatur zunehmen.

Als Wellenlängen dieser drei Wasserstofflinien wurden eingesetzt

$$\lambda_\alpha = 656{,}7 \qquad \lambda_\beta = 486{,}2 \qquad \lambda_\gamma = 434{,}3$$

Bei der Berechnung der Dispersionsgleichung ergab sich, dass das ganze Spectrum sich nicht durch eine Glei-

1) Poggend. Ann. Bd. CXLIV. p. 485. Der Brechnungsexponent n_γ ist an der Stelle falsch angegeben. Aus der richtig angegebenen Minimalablenkung 67° 24′ 30″ folgt nicht der dort gegebene Werth $n^*_\gamma = 1{,}79268$, sondern der Werth $n_\gamma = 1{,}791908$.

Digitized by Google

chung darstellen lässt; berechnete man die Constanten n_0 und λ_0 der Christoffel'schen Gleichung aus α und γ, so wurde der berechnete Werth λ_β um etwa 2 Einheiten zu gross. Es wurden desshalb zwei Gleichungen berechnet, eine für die Strecke $\alpha-\beta$, eine zweite für die Strecke $\beta-\gamma$. Für die erstere waren die Constanten

$$\log n_0^2 = 0{,}7696856 \qquad \log \lambda_0^2 = 4{,}7586041$$

für die zweite

$$\log n_0^2 = 0{,}7689046 \qquad \log \lambda_0^2 = 4{,}7686779.$$

Mit den Constanten der ersten Gleichung ergeben sich die Wellenlängen der beiden Natriumlinien aus den Ablenkungen

D_1 . . . 62° 37′ 00″ zu 590,3
D_2 . . . 62° 37′ 30″ „ 589,8

Die Werthe liegen zwischen den von den Herren Ditscheiner und van der Willigen bestimmten, ein Beweis, dass die angewandten Dispersionsgleichungen die Wellenlängen innerhalb der Unsicherheitsgrenzen, welche die Messungen der Wellenlängen überhaupt haben, etwa 5 Einheiten der Decimalstelle, vollständig darstellen.

§. 8.

Das Resultat der Beobachtungen entspricht genau der vorhin dargelegten Auffassung der Spectralerscheinungen; es gibt in der That kein bestimmtes Stickstoffspectrum, sobald man bei hinreichend dünnen Schichten die Dichtigkeit des Gases unterhalb eine gewisse Grenze bringt. Das Bandenspectrum geht ganz schrittweise in ein Linienspectrum über, welches indess nicht das Linienspectrum des Funkens ist, sondern mit demselben nur eine gewisse Anzahl Linien gemein hat. Bei diesem Uebergange kann man dann gleichzeitig, an mehreren Stellen in besonders auffallender Weise die mit steigender Temperatur allmählig eintretende Verschiebung der Maxima der Helligkeit verfolgen, welche

Digitized by Google

bewirkt, dass in diesem Linienspectrum die Linien keineswegs an der Stelle der Helligkeitsmaxima im Bandenspectrum liegen.

Ich gebe desshalb zunächst eine genaue Beschreibung des vollständig ausgebildeten Bandenspectrums, wie es etwa dem Drucke von 5—10 mm entspricht, in demjenigen Theile, in welchem sich die Variabilität des Spectrums am auffallendsten zeigt, im grün und blau. Das Bandenspectrum des Stickstoffs beginnt bekanntlich in der Nähe der Fraunhofer'schen Linie C und besteht dann bis etwa zur Wellenlänge 575 aus einer Anzahl gleichartig schattirter Felder. Dieser Theil ist dann durch eine ziemlich dunkle bis etwa zur Wellenlänge 562 reichende Partie von den hellern grünen Feldern getrennt. Schon Plücker und Hittorf haben darauf aufmerksam gemacht, dass bei hinreichend vermindertem Drucke die rothen und gelben Partieen des Spectrums vollständig verschwinden; auch ich habe das stets so gefunden. Bei sehr geringer Dichte wird die rothe und gelbe Partie sehr dunkel und bei der Grenze, bei welcher im grün und blau die nachher zu erwähnenden Linien übrig bleiben, ist alles roth und gelb verschwunden. Eben deshalb habe ich auch diese Partie nicht im Einzelnen untersucht, da sie keine Entscheidung darüber geben kann, ob die bei stets abnehmender Dichte übrig bleibenden Reste des Bandenspectrums die Maxima desselben sind.

Die erwähnte schwachhelle Partie, welche das rothe und gelbe von dem hellern grün trennt, beginnt etwa bei der Wellenlänge 575 und reicht bis zur Wellenlänge 562; in derselben sind schwache Schattirungen zu sehen und von diesen zwei schwachhelle Linien, vielleicht Beginne von Feldern, zu messen, welche den Wellenlängen 571,7 und 566,9 entsprechen.

Digitized by Google

Es beginnt dann bei der

Ablenkung	Wellenlänge	Nähere Beschreibung.
63° 7′ 35″	561,9	Das hellere aus streifigen Feldern und Cannelirungen bestehende Spectrum. Das erste helle Feld hat an der Stelle
63° 8′ 30″	561,4	ein schwaches Maximum
63° 13′ 20″	557,5	Beginn des zweiten etwa 5,5 Min. breiten Feldes
63° 14′ 00	556,9	zweites schwaches Maximum des Feldes
		Das dritte helle Feld beginnt bei
63° 18′ 46″	553,0	mit einem Maximum. Auf diesem Felde ist bei
63° 19′ 22″	552,5	ein zweites und bei
63° 20′ 12″	551,9	ein drittes Maximum. Mit abnehmender Helligkeit reicht dieses Feld bis
63° 24′ 10″	548,8	wo mit einem ersten Maximum das folgende Feld beginnt. Das zweite Maximum dieses Feldes
63° 25′ 00	548,3	ist wohl etwas heller als das erste Maximum.
63° 25′ 55″	547,6	liegt das dritte schwächere Maximum.
		Es folgen dann drei unter sich fast genau gleiche Felder, wieder jedes mit drei Maximis, auf denen die Maxima etwas stärker hervortreten, weil die Felder unmittelbar vor den Maximis, das heisst an der weniger brechbaren Seite, verdunkelt erscheinen. Die Lage dieser Felder mit ihren Maximis ist
63° 29′ 58″	544,5	Erstes Maximum.
63° 30′ 23″	544,1	zweites Maximum.
63° 32′ 11″	542,8	drittes Maximum.
63° 34′ 22″	541,3	Erstes Maximum.
63° 35′ 12″	540,6	zweites Maximum.
63° 37′ 16″	539,1	drittes Maximum.
63° 39′ 18″	537,6	Erstes Maximum.
63° 40′ 3″	537,1	zweites Maximum.
63° 41′ 46″	535,9	drittes Maximum.
		Es beginnt dann mit einer hellen Linie, welche bei
63° 44′ 0″	534,3	liegt, ein wenig helles Feld, auf dem keine Schattirungen zu erkennen sind; dasselbe reicht bis

Digitized by Google

Ablenkung	Wellenlänge	Nähere Beschreibung.
63° 48′ 30″	531,2	wo mit einer hellen Linie das folgende ebenfalls wenig helle und schwach schattirte Feld beginnt, das an seiner brechbarern Seite bei
63° 53′ 40″	527,9	durch eine scharfe Linie begrenzt ist. Es folgt wieder ein schwach helles Feld, welches bei
63° 58′ 00	524,8	durch eine helle Linie begrenzt ist. Auf dem mit dieser Linie beginnenden Felde sind wieder bei
63° 58′ 57″	524,3	} schwache Maxima zu erkennen.
64 00 54″	522,9	}
		Die zunächst folgenden Felder erscheinen wieder dreitheilig, es sind
64° 2′ 47″	521,7 }	Erstes }
64° 3′ 33″	521,3 }	zweites } Maximum.
64° 5′ 30″	520,0 }	drittes }
64° 7′ 34″	518,7 }	Erstes }
64° 8′ 18″	518,1 }	zweites, heller als das erste } Maximum.
64° 10′ 17″	517,0 }	drittes }
64° 12′ 18″	515,8 }	Erstes }
64° 12′ 58″	515,3 }	zweites } Maximum.
64° 14′ 54″	514,1 }	drittes }
		Die beiden folgenden Felder sind lichtschwächer, sie erscheinen auch dreitheilig, es lassen sich aber nicht alle Maxima einstellen. Auf dem ersten ist
64° 16′ 45″	513,0	Erstes
64° 17′ 30″	512,0	zweites Maximum. und auf dem zweiten
64° 21′ 26	510,2	Erstes
64° 25′ 20″	508,0	drittes Maximum.
		Von dem Beginne des folgenden hellen Feldes erhält das Spectrum das für den Stickstoff so charakteristische Aussehen der cannelirten Banden. Dieselben beginnen an der weniger brechbaren Seite mit breiter heller Linie und bestehen dann, wie Plücker und Hittorf schon angaben, und wie man bei starker Dispersion erkennt aus einer grossen

Digitized by Google

Ablenkung	Wellenlänge	Nähere Beschreibung.
		Zahl feiner heller Linien, welche im allgemeinen an der weniger brechbaren Seite der Felder heller sind und näher zusammen liegen, und dann weiter auseinander rücken je mehr man sich der brechbareren Seite des betreffenden Feldes nähert. Gerade diese eigenthümliche Vertheilung der Linien bewirkt die schöne Schattirung dieser Felder. Die erste dieser Cannelirungen beginnt bei
64° 27′ 0″	507,1	mit breiter heller Linie, und hat eine Breite von etwa 16′. Auf derselben findet sich bei
64° 33′ 15″	503,3	ein Maximum, welches das Feld in zwei ungleiche Theile theilt. Die letzten 4 Minuten des Feldes sind wenig hell. Die folgende Cannelirung
64° 43′ 46″	497,7	beginnt mit sehr heller breiter Linie; dieselbe ist ziemlich gleichmässig beleuchtet bis zu einer
64° 46′ 28″	496,3	entsprechenden vor den übrigen an Helligkeit hervorragenden Linien. In dem weniger hellen Theile ist dann noch eine bei
64° 52′ 55″	492,9	liegende hellere Linie. Die folgende Cannelirung beginnt dann bei
64° 54 32	492,1	wieder mit breiter heller Linie, sie hat eine Breite von 21′, und ist gleichmässig abnehmend beleuchtet, ohne dass auf derselben Maxima von Helligkeit zu sehen sind. Auch die folgende
65° 15′ 48″	481,8	beginnende Cannelirung ist ziemlich gleichmässig nach der brechbaren Seite abnehmend beleuchtet, zeigt indess an zwei Stellen etwa 1′ breite dunkle Streifen, entsprechend den Wellenlängen 480 und 477,5. Es beginnt bei
65° 36′ 20″	472,5	die folgende Cannelirung, welche ebenfalls ziemlich gleichmässig abnehmend beleuchtet ist, und nur bei
65° 39′ 15″	471,2	eine schwach helle Linie zeigt.

Digitized by Google

Ablenkung	Wellenlänge	Nähere Beschreibung.
		Es folgt ein mit breiter heller Linie bei
65° 49′ 42″	466,8	beginnendes schmales helles Feld, dessen Beleuchtung gegen das Ende hin sehr schwach wird, so dass es unmittelbar vor der folgenden Cannelirung fast ganz dunkel erscheint. Die letztere beginnt mit einer etwa 1′ breiten hellen Linie, deren linker weniger brechbarer Rand bei
65° 53′ 41″	465,2	liegt. Der rechte Rand, welcher am hellsten ist und scharf hervortritt, liegt bei
65° 54′ 37″	464,9	Auf der Streifung der Cannelirung sind bei
65° 57′ 53″	463,5	und
66° 3′ 6″	461,4	schwach hervortretende Linien, neben denen, an der brechbareren Seite das Feld schmale dunklere Streifen zeigt. Auf diesem Felde ist weiter bei
66° 6′ 18″	460,1	eine schwach helle verwaschene Linie. Die folgende Cannelirung beginnt dann wieder mit breiter heller Linie, deren Mitte bei
66° 13′ 46″	457,3	liegt. Auf derselben sind bei
66° 24′ 30″	453,4	und
66° 29′ 0″	451,8	und
66° 33′ 30″	450,2	schwach helle Linien resp. Helligkeitsmaxima. Die folgende Cannelirung beginnt dann wieder bei
66° 36′ 20″	449,2	mit einer breiten hellen Linie, und so setzt sich das Spectrum in einer Anzahl Cannelirungen noch eine Strecke fort, welche ich in ihren Einzelnheiten nicht weiter verfolgt habe, da sie bei abnehmender Gasdichte im wesentlichen nur lichtschwächer und schmaler werden.

§. 9.

Um den Verlauf der Erscheinungen bei abnehmender Gasdichte hervortreten zu lassen, möge zunächst eine Beschreibung der allmähligen Aenderungen an zwei Stellen des Spectrums gegeben werden, nämlich der ersten eigent-

Digitized by Google

lichen Cannelirung im grünen, welcher in dem Funkenspectrum des Stickstoffs die von Plücker und Hittorf als Gruppe IV bezeichnete Liniengruppe entspricht, und der blauen Cannelirung, welche dort liegt, wo im Funkenspectrum die Plücker-Hittorf'sche Gruppe V auftritt. Wegen der Reichhaltigkeit dieser Gruppe und der hervorragenden Helligkeit einzelner Linien derselben liess sich hier die grösste Variabilität des Spectrums erwarten. Ich habe den Verlauf gerade an diesen Stellen mehrfach sowohl mit trockener Luft als mit ganz reinem Stickstoff beobachtet, er ist in beiden Fällen derselbe, die Messung der von der Cannelirung übrig bleibenden Linien bezieht sich auf reinen Stickstoff.

Die betreffende grüne Cannelirung ist die bei 64° 27′ beginnende, welche nach der im vorigen Paragraph gegebenen Beschreibung bis 64° 43′ 46″ reicht, und auf welcher nur bei 64° 33′ 15″ ein Helligkeitsmaximum liegt, während dieselbe im Uebrigen ziemlich gleichmässig nach der brechbarern Seite abnehmend beleuchtet ist.

Wird von dem Drucke aus, bei welchem das Bandenspectrum vollständig entwickelt ist, das Gas durch Pumpen mehr und mehr verdünnt, so tritt, sobald die Verdünnung hinreichend geworden ist, zunächst eine Verdunklung der brechbarern Hälfte des Feldes von 64° 33′ 15″ ab ein. An dieser Verdunklung betheiligt sich aber die bei 64° 37′ 16″ liegende Stelle nicht in gleichem Masse, so dass dieselbe sehr bald als Helligkeitsmaximum vor der Umgebung hervortritt. Die vorher durch das Maximum bei 64° 33′ 15″ in zwei Felder getheilte Cannelirung zerfällt also zunächst in drei Felder, indem ein Maximum an einer bei grösserer Dichte ganz gleichmässig beleuchteten Stelle sich entwickelt. Mit wachsender Verdünnung tritt dieses neue Maximum immer mehr hervor und gleichzeitig wächst relativ die Helligkeit des daneben an der brechbarern Seite liegenden Feldes; diese hellere Partie theilt sich dann allmählig in

Digitized by Google

zwei hellere Linien bei 64° 38′ 9″ und 62° 38′ 46″, deren Helligkeit bald die übrigen Maxima ganz beträchtlich überragt. Der Theil der Cannelirung zwischen 64° 33′ 15″ und 64° 37′ 16″, sowie das vor 64° 33′ 15″ liegende Feld sind inzwischen ganz dunkel geworden, so dass diese beiden Maxima als helle Linien auf dunklem Grunde erscheinen. Die Messung ergab die Lage der Linien dann bei 64° 33′ 21″ und 64° 37′ 16″. Der Unterschied von 6″ für die Lage der erstern Linie gegenüber dem Maximum im Bandenspectrum bedeutet indess wohl nicht eine Verschiebung des Maximums, sondern liegt wohl innerhalb der Grenzen der unvermeidlichen Ungenauigkeit, da die Erscheinung überhaupt lichtschwach ist.

Mit steigender Verdünnung nimmt auch die Helligkeit der breiten die Cannelirung beginnende Linien sehr bedeutend ab und dafür wächst die Helligkeit des dritten, bei höherem Drucke kaum hervortretenden Maximums, welches auf dem vor der Cannelirung liegenden Felde bei 64° 25′ 20″ bestimmt wurde. Dasselbe entwickelt sich zu einer hellen Linie auf dunklem Grunde, deren Lage die Messung bei 64° 25′ 30″ ergab. Die breite die Cannelirung beginnende Linie löst sich dann gleichzeitig in zwei Linien auf, deren schwächere der weniger brechbare Rand der bei höherm Druck breitere Linie, bei 64° 27′ 2″ liegt, deren hellere bei 64° 27′ 26″ bestimmt wurde. Mit dem Prisma von Merz liess sich die Linie nicht als doppelte erkennen, sie wurde mit demselben als Linie bei 64° 27′ 16″ bestimmt. Ist diese Auflösung des Beginns der Cannelirung eingetreten, so ist das ganze Feld bis auf einige schwache Scheine auf die erwähnten Linien reducirt. Dieselben sind

Ablenkung	Wellenlänge
64° 25′ 30″	507,9
64° 27′ 2″	507,1
64° 27′ 26″	506,8

Digitized by Google

Ablenkung	Wellenlänge
64° 30′ 49″	504,2
64° 33′ 21″	503,3
64° 37′ 16″	501,2
64° 38′ 9″	500,8
64° 36′ 46″	500,4

Diese Partie des Spectrums zeigt also in ganz vorzüglicher Weise die allmählige Veränderung des Bandenspectrums in ein Linienspectrum bei abnehmender Dichte der leuchtenden Schicht und dabei gleichzeitig die Verschiebung der Maxima, welche durch die mit der Verdünnung eintretende Aenderung der Temperatur bewirkt wird. Von den bei der geringsten Dichte sichtbaren Maximis oder Linien bleibt eigentlich nur eines bei wachsender Dichte des Gases unverändert, das der Wellenlänge 503,3 entsprechende. Die Linien 504,4, 501,2, 500,8, 500,4 verschwinden in dem gleichmässig beleuchteten Felde, die Linie 507,9 tritt als ganz schwaches Maximum und als solches nur mit dem stark dispergirenden Prisma erkennbar auf. Die beiden schwächern Linien 507,1 und 506,8 dagegen treten in eine helle breite Linie zusammen und werden der hellste Theil des ganzen Feldes, während bei der geringsten Dichtigkeit die Linie 507,9 und besonders 500,8 und 500,4 weitaus die hellsten sind. Der Querschnitt der von mir bei diesen Versuchen angewandten capillaren Röhren war ein so geringer, dass besonders bei den geringen Drucken die Ausgleichung des Druckes in der capillaren Röhre nur sehr allmählig stattfand. Desshalb lässt sich auch nicht angeben, welchem Drucke gerade eine bestimmte Form des Spectrums entspricht. Diese langsame Ausgleichung des Druckes gab dafür zu einer andern sehr interessanten Beobachtung Anlass. In Folge desselben war stets nach dem Pumpen in dem Theile der Röhre, welcher durch den capillaren Theil von der Pumpe getrennt war, die Gasdichte grösser als in dem

Digitized by Google

an der andern Seite der capillaren Röhre liegenden Theile. Desshalb nahm in der capillaren Röhre selbst die Dichtigkeit von dem einen Ende zu dem andern hin ab. Man konnte es dadurch leicht erreichen, dass man in dem Gesichtsfelde, welches die ganze capillare Röhre umfasste, zum Theil die Auflösung des Spectrums in Linien, zum Theil noch das gleichmässig beleuchtete Feld sehen konnte. Besonders deutlich liess sich das bei der Linie 507,9 und den beiden 500,8 und 500,4 beobachten. Man hatte nur rasch minimal auszupumpen und erhielt dann in dem Theile des Gesichtsfeldes, welcher dem der Pumpe zugewandten Ende des capillaren Rohres entsprach, die Auflösung in Linien, während das andere Ende noch die gleichmässige Beleuchtung zeigte, welche der grössern Dichte entsprach. An der fortschreitenden Auflösung in Linien erkennt man in dem capillaren Rohre die fortschreitende Verdünnung. Dabei sieht man dann am deutlichsten, dass das Auftreten dieser Linien nie blitzartig ist, wie es der Fall ist, wenn bei passender Dichte des Gases eine Funkenentladung durchgesandt wird, sondern dass die Auflösung des Feldes in Linien eine ganz allmählige mit wachsender Verdünnung eintretende ist.

§. 10.

Die zweite Partie des Spectrums, welche die Variabilität des Spectrums bei geänderter Dichte in ebenso hervorragender Weise zeigt, ist das von 64° 54′ bis 66° 13′ 46″ reichende, also Licht zwischen den Wellenlängen 465 und 453 liefernde Feld Bei dem Drucke, bei welchem das Bandenspectrum vollständig ausgebildet ist, beginnt dasselbe mit einer fast 1′ breiten Linie und ist dann durch feine Linien, die nach der brechbarern Seite weiter auseinander rücken, ziemlich gleichmässig abnehmend beleuchtet. Von diesen feinen Linien treten nur die mit den Wellenlängen 463,5 und 461,4 schwach hervor und ausserdem liegt bei 66° 6′ 18″

Digitized by Google

der Wellenlänge 460 entsprechend eine schwache verwaschene Linie.

Bei abnehmender Gasdichte zerfällt die breite das Feld beginnende Linie in eine Doppellinie, respective es entwickelt sich unter Verdunklung der Linie vor derselben bei 65° 52′ 46″ also etwa 1′ nach der weniger brechbaren Seite verschoben, eine helle Linie. Die breite die Cannelirung beginnende Linie nimmt dann zunächst an Helligkeit ab, so dass sie nur wenig heller ist als das Feld, dessen Beginn sie bildet; schliesslich verschwindet sie fast vollständig und lässt nur als Rest eine schwache feine Linie bei 65° 54′ 56″, wenn die Dichtigkeit des Gases hinreichend vermindert ist.

Mit der Verdunklung des ganzen Feldes verschwindet auch die etwas hellere Linie 463,5, dafür bleibt eine andere bei 65° 58′ 39″ liegende, deren Wellenlänge 463,2 ist, als hell übrig und weiter die Linie mit der Wellenlänge 462,2. Ebenso verschwindet die vorher bei 66° 3′ 6″, λ = 461,4 bestimmte Linie und statt derselben wachsen zwei sehr nahe liegende Linien bei 66° 3′ 57″ und 66° 4′ 32″ relativ an Helligkeit und bleiben als Linien sichtbar. Von den schon im Bandenspectrum erkennbaren Maximis bleibt nur, relativ an Helligkeit wachsend, die Linie 66° 6′ 18″, welche jetzt 66° 6′ 10″ gemessen wurde. Schliesslich blieb als Rest des weitern Feldes eine feine Linie bei 66° 9′ sichtbar.

Auch hier sieht man also ganz schrittweise die Cannelirung mit steigender Verdünnung sich auf einzelne Linien zurückziehen, welche keineswegs den in dem ausgebildeten Bandenspectrum noch erkennbaren Maximis entsprechen. Fast alle hier auftretenden Linien liegen im Bandenspectrum an Stellen gleichmässiger Beleuchtung, die Maxima des Bandenspectrums sind mit einer Ausnahme bei der geringsten Dichte des Gases noch nicht hervortretend, sie entwickeln sich erst allmählig bei wachsender Dichte des Gases. Es

Digitized by Google

zeigt sich also auch hier die mit der geänderten Temperatur eintretende Verschiebung der Maxima.

§. 11.

Ganz ähnlich verhält sich der ganze beschriebene Theil des Spectrums, das reich schattirte Bandenspectrum geht ganz allmählig in ein Linienspectrum über. Eine so detaillirte Beschreibung wie die in den beiden letzten Paragraphen herausgehobenen Partieen ist nicht erforderlich, da diese den Gang der Veränderungen vollständig erkennen lassen. Es genügt, die Linien anzugeben, welche bei sehr kleinem Drucke gemessen wurden, und daneben zu verzeichnen, ob und mit welchem Maximum in dem voll ausgebildeten Bandenspectrum sie übereinstimmen. Ich hebe hervor, dass der Uebergang ein ganz allmähliger ist und dass diese Linien gemessen wurden, als sie fast allein übrig waren, nur zwischen einzelnen das Gesichtsfeld noch nicht ganz dunkel war. Der Druck ist da noch keineswegs der erreichbar geringste, bei noch weiterer Verdünnung verschwinden die schwächern Linien und das Ganze wird zur Messung viel zu dunkel. Schon wenn diese Linien gemessen werden konnten, war die Beobachtung wegen der geringen Lichtstärke mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, es war fast stets eine künstliche Beleuchtung des Fadenkreuzes erforderlich. Ich habe desshalb auch die Lage der Linien nicht nur mit dem Merz'schen, sondern auch mit dem Schröder'schen Prisma bestimmt, bei welchem der Unterschied von 1′ im Prisma von Merz 15—20 Secunden, je nach der Lage der Linien im Spectrum bedeutet. Die angegebenen Werthe für die Linien sind die Mittel aus diesen mehrfachen Messungen.

Eben weil der Uebergang von dem vollausgebildeten Bandenspectrum zu dem Linienspectrum ein so allmähliger ist, erscheint es auch überflüssig anzugeben, zwischen welchen Linien das Gesichtsfeld noch hell, zwischen welchen es ganz

Digitized by Google

dunkel ist. Denn es hängt das wesentlich davon ab, bis zu welcher Verdünnung man vorgeschritten ist, und weiter auch von der Weite der angewandten Röhre. Die Linien bilden sich um so eher, das heisst bei um so grösserer Dichte aus, je enger die capillare Röhre ist. Bei dem kleinsten Querschnitt, den ich angewandt habe, war desshalb noch mehr neben den Linien zu sehen als bei den grössern Querschnitten.

Linien im Linienspectrum in welches mit abnehmender Dichte das Bandenspectrum übergeht.		Angaben ob im Bandenspectrum an der betreffenden Stelle bereits ein Maximum vorhanden.
Ablenkung	Wellenlänge	
63° 0′ 22″	568,4	Keines.
63° 1′ 46″	567,6	Keines.
63° 3′ 47″	565,5	Keines.
63° 14′ 17″	556,6	Annähernd das zweite Maximum 556,9
63° 18′ 4″	553,6	Keines.
63° 24′ 5″	548,9	Erstes Maximum eines Feldes 548,8
63° 32′ 45″	542,4	Annähernd das dritte Maximum 542,8
63° 39′ 24″	537,6	Erstes Maximum eines Feldes 537,6
63° 43′ 57″	534,3	Als Linie schon im Bandenspectrum 534,3
63° 45′ 30″	533,3	Keines.
63° 48′ 26″	531,3	Erstes Maximum eines Feldes 531,2
64° 0′ 44″	523,0	zweites „ „ „ 522,9
64° 8′ 8″	518,3	zweites „ „ „ 518,1
64° 13′ 16″	515,1	zweites „ „ „ 515,3
64° 25′ 30″	507,9	drittes „ „ „ 508,0
64° 27′ 2″	507,1	Linker Rand des Beginnes der ersten Cannelirung 507,1
64° 27′ 26″	506,8	Rechter Rand des Beginnes der ersten Cannelirung 507,1
64° 30′ 49″	504,7	Keines.
64° 33′ 21″	503,3	Zweites Maximum der ersten Cannelirung 503,3
64° 37′ 16″	501,2	Keines.
64° 38′ 9″	500,8	Keines.
64° 38′ 46″	500,4	Keines.
64° 43′ 45″	497,7	Erstes Maximum der zweiten Cannelirung 497,7

Digitized by Google

Linien im Linienspectrum in welches mit abnehmender Dichte das Bandenspectrum übergeht. Ablenkung	Wellenlänge	Angabe ob im Bandenspectrum an der betreffenden Stelle bereits ein Maximum vorhanden ist.
64° 45′ 34″	496,7	Keines.
64° 47′ 0″	496,1	Keines; die beiden letzten Linien treten rechts und links von der im Bandenspectrum bei 64° 46′ 28″ bestimmten Linie auf, welche im Bandenspectrum die brechbarste Seite des hellsten Theiles der zweiten Cannelirung ist.
64° 51′ 26″	493,7	Keines.
64° 52′ 9″	493,3	Keines.
64° 55′ 3″	491,8	Annähernd der brechbarere Rand der breiten eine Cannelirung beginnenden Linie 492,1
65° 0′ 12″	489,2	Keines.
65° 2′ 20″	488,2	Keines.
65° 5′ 23″	486,7	Keines.
65° 5′ 53″	486,4	Keines.
65° 8′ 32″	485,1	Keines.
65° 16′ 20″	481,4	Brechbarerer Rand der breiten die betreffende Cannelirung im Bandenspectrum beginnende Linie 481,8
65° 17′ 32″	480,9	Keines.
65° 26′ 30″	476,7	Keines.
65° 32′ 39″	474,1	Keines.
65° 34′ 15″	773,3	Keines.
65° 39′ 15″	471,2	Schon im Bandenspectrum als Linie 471,2
65° 51′ 32″	466,1	Keines.
65° 52′ 46″	465,6	Keines, siehe §. 10.
65° 54′ 56″	464,7	Annähernd der rechte Rand des Cannelirungsbeginn s. §. 10
65° 58′ 39″	463,2	Keines.
66° 0′ 52″	462,2	Keines.
66° 3′ 57″	461,0	Keines.
66° 4′ 32″	460,9	Keines.
66° 6′ 10″	460,2	Schon im Bandenspectrum 460,1
66° 9′ 0″	459,1	Keines.
66° 13′ 30″	457,4	Beginn einer Cannelirung 457,3.

Digitized by Google

Linien im Linienspectrum in welches mit abnehmender Dichte das Bandenspectrum übergeht. Ablenkung	Wellenlänge	Angabe ob im Bandenspectrum an der betreffenden Stelle bereits ein Maximum vorhanden ist.
66° 18′ 46″	455,5	Keines.
66° 20′ 36″	454,8	Keines.
66° 29′ 26″	451,6	Wohl die im Bandenspectrum bei 66° 29′ 0″ Wellenlänge 451,8 bestimmte Linie.

Die weiter im violetten liegenden Theile habe ich nicht verfolgt, sie werden zu genauen Messungen zu lichtschwach.

Man sieht, dass diese ganze im Bandenspectrum so reich schattirte Partie im Wesentlichen sich auf etwa 50 Linien zusammenzieht, wozu noch einige schwache Scheine und feine Linien kommen, die sich nicht messen liessen. Bei noch weiter gehender Verdünnung wird das Spectrum, wie erwähnt, noch ärmer.

Von diesen 50 Linien sind in dem Bandenspectrum nur etwa 20 schon als Maxima oder Linien bestimmt, alle übrigen treten an Stellen auf, welche im Bandenspectrum gleichmässig beleuchtet sind, indem die nebenliegenden Partieen bei abnehmender Dichte viel rascher an Helligkeit abnehmen oder auch die betreffenden Stellen in Folge der Steigerung der Temperatur rascher an Helligkeit wachsen. Man erkennt somit an allen den untersuchten Stellen des Spectrums, dass die Stellen der Maxima des Emissionsvermögens keineswegs bei allen Temperaturen dieselben bleiben, dass sie sich vielmehr in Folge der bei diesen Versuchen eintretenden Temperaturänderungen beträchtlich verschieben können.

§. 12.

Schon mehrfach wurde hervorgehoben, dass bei Anwendung weiterer Röhren der Verlauf der Erscheinungen sich nicht in dieser Weise verfolgen lasse. Um zu unter-

Digitized by Google

suchen, in wie weit sich die Aenderung des Spectrums in solchen erkennen lässt, habe ich eine Röhre benützt, deren capillarer Theil etwa einen Durchmesser von 2 mm hat. Wenn man bei dieser von den Drucken aus, bei welchen das Bandenspectrum voll ausgebildet ist, die Gasdichte vermindert, so wird das ganze Spectrum bei sehr kleinem Drucke dunkler, und es bleiben, wie ich das früher schon ausgedrückt, Reste des Bandenspectrums, die sich aber kaum messen lassen. Die scharfen messbaren Linien des vorher beschriebenen Linienspectrums habe ich nicht erhalten und der Rest des Bandenspectrums war viel ärmer. Aber auch hier konnte man die Verschiebung der Maxima besonders in der §. 9 näher beschriebenen Partie beobachten. War der Druck minimal geworden, so trat auch hier das Maximum 64° 37′ 16″, welches bei höherem Drucke nicht vorhanden ist, hervor und wurde heller als das vorher schon bei 64° 33′ 15″ vorhandene Maximum, ebenso wurde das Feld neben diesem Maximum, welches bei der engen Röhre die Linien 500,8 und 500,4 lieferte, heller, löste sich aber nicht in die zwei Linien auf. Nur schien es mir zuweilen, als wenn an der Stelle ein verschwommenes Maximum sichtbar werde, indess will ich das nicht mit Sicherheit behaupten. Ferner wurde auch hier der Beginn der Cannelirung dunkler und statt dessen nahm das Maximum vor der Cannelirung 64° 25′ 30″ beträchtlich an Helligkeit zu und wurde heller als der Beginn der Cannelirung. Aber auch hier liess sich die Entwicklung der Linien nicht erreichen, obwohl der Gasdruck ein viel geringerer war als in den engen Röhren der Widerstand in dem Rohr so gross war, dass die Elektroden glühend wurden und sich krümmten.

Es war ganz interessant, die Erscheinungen neben einander in zwei Röhren, dieser weiten und einer sehr engen, zu verfolgen, welche gleichzeitig mit der Pumpe verbunden waren, so dass der Stickstoff ans seinem Behälter erst in

Digitized by Google

die enge, dann in die weite übertrat und von dieser zur Pumpe ging. War das weite Rohr auf das minimalste ausgepumpt, so dass man nur Spuren des Spectrums in demselben sah, so konnte man in dem engen Rohr die allmählige Entwicklung des Linienspectrums sehr schön verfolgen, man sah dann im Gesichtsfeld sehr deutlich die Entwicklung der Linien in der §. 9 erwähnten Weise vorschreiten, in dem Masse wie in dem engen Rohr die Verdünnung vorschritt.

§. 13.

Wie verhält sich nun das bei grosser Verdünnung in den engen Röhren ohne Funkenentladung sich zeigende Linienspectrum zu dem eigentlichen Funkenspectrum? Um eine Vergleichung der beiden Spectra durchzuführen und gleichzeitig zu untersuchen, in wie weit etwa die Linien des Funkenspectrums mit bereits im voll ausgebildeten Bandenspectrum gemessenen Maximis übereinstimmen, habe ich ebenfalls das Funkenspectrum genau gemessen. In folgender Tabelle stelle ich die beobachteten Minimalablenkungen der von mir gemessenen Linien des Funkenspectrums, die aus derselben sich ergebenden Wellenlängen, die in der Abhandlung des Herrn Salet[1]) nach den Messungen des Herrn Thalén für die entsprechenden Linien angegebenen Wellenlängen und die Angaben zusammen, ob und in welcher Weise die Linien schon in den anderen Grenzformen des Stickstoffspectrums vorhanden sind.

F u n k e n s p e c t r u m.

Ablenkung	Wellenlänge nach Wüllner	Wellenlänge nach Thalén	Angabe ob die Linie sich schon findet im Linienspectrum	Angabe ob die Linie sich schon findet im Bandenspectrum
61° 37′ 34″	661,9	660,2	—	—
61° 47′ 6″	648,7	648,0	—	—
62° 11′ 12″	618	—	—	—
62° 31′ 56″	595,3	594,9	—	—
		594,1	—	—

1) Salet Annales de chim. et de phys. IV Série T. XXVIII.

Digitized by Google

[illegible]

Ablenkung	Wellenlänge [illegible]		[illegible]	
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
62° 35' 34"	[illegible]	[illegible] [illegible]	—	—
62° 50' 24"	[illegible]	[illegible]	—	—
62° 52' 4[illegible]"	[illegible]	[illegible]	—	—
62° 56' [illegible]"	[illegible]	[illegible]	—	[illegible]
—	—	[illegible]	—	—
63° 0' [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—
—	—	[illegible]	—	—
63° 1' 46"	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—
63° 15' 24"	[illegible]	[illegible]	—	—
63° 16' 20	[illegible]	[illegible]	—	—
—	—	[illegible]	—	—
63° 17' 48"	[illegible]	[illegible]	annähernd [illegible]	—
63° 22' 30"	[illegible]	[illegible]	—	—
63° 24' 40"	[illegible]	[illegible]	etwas verschoben gegen [illegible]	[illegible]
63° 26' 54"	546,4	546,2	—	—
63° 28' 12"	545,4	545,3	—	—
63° 42' 0"	535,6	—	—	Drittes Maximum [illegible]
63° 43' 46"	534,4	—	Linie 534,3	Linie 534,3
63° 46' 40"	532,3	530,9	—	—
64° 8' 24"	518,1	—	Linie 518,3	zweites Maximum 518,1
64° 9' 16"	517,6	516,4	—	—
64° 26' 12"	507,4	—	—	—
64° 30' 52"	504,7	504,5	Linie 504,7	—
64° 34' 36"	502,6	502,5	—	—
64° 36' 0"	501,9	501,5	—	—
—	—	501,0	Linie 501,2	—
64° 38' 12"	500,7	500,5	Linie 500,8	—
64° 38' 48"	500,4	500,2	Linie 500,4	—
64° 40' 14"	499,5	499,3	—	—
64° 41' 26"	498,9	498,7	—	—
64° 59' 16"	489,6	489,5	annähernd Linie 489,2	—
65° 2' 32"	488,1	—	Linie 488,2	—
65° 6' 4"	486,3	485,8	Linie 486,4	—

Funkenspectrum.

Ablenkung			Wellenlänge nach		Angabe ob die Linie sich schon findet im	
			Wüllner	Thalén	Linienspectrum	Bandenspectrum
65°	9'	12"	484,8	484,9	—	—
65°	18'	24"	480,5	480,3	—	—
65°	21'	36"	479,0	478,8	—	—
65°	23'	36"	478,1	477,8	—	—
65°	55'	22"	464,5	464,4	annähernd 464,7	annähernd rechter Rand 464,9
65°	58'	40"	463,2	463,0	Linie 463,2	—
66°	0'	24"	462,4	462,1	Linie 462 2	—
66°	2'	34"	461,5	461,3	—	Linie 461,4
66°	3'	48"	461,0	460,7	Linie 461,0	—
66°	6'	00"	460,2	460,1	Linie 460,2	—
—			—	455,3	Linie 455,5	—
66°	31'	41"	450,8	453,0	—	annähernd Maxim. 450,2
66°	49'	00	444,8	444,7	—	—

Eine Vergleichung der von mir gefundenen Wellenlängen mit den Angaben des Herrn Thalén zeigt eine gute Uebereinstimmung; die von mir gefundenen Wellenlängen sind im Allgemeinen ein paar Einheiten der Decimalstelle grösser, ein Unterschied, der zum grössten Theil daher rühren wird, dass ich zur Berechnung der Wellenlängen etwas andere Werthe für H_α, H_β, H_γ zu Grunde gelegt haben, wie sie ohne Zweifel den Bestimmungen des Herrn Thalén zu Grunde liegen. Die vorhin angegebenen von mir zur Berechnung verwandten Werthe sind die für H_α und H_β die im zweiten Bande meiner Experimentalphysik p. 136 aus allen vorliegenden Messungen gezogenen Mittelwerthe, für H_γ das Mittel der Beobachtungen von Ångström, van der Willigen und Ditscheiner (Experimentalphysik Bd. II p. 431), während die Bestimmungen des Herrn Thalén ohne Zweifel auf den Zahlen Ångström's beruhen, welcher

$$H_\alpha = 656,2 \qquad H_\beta = 486,0 \qquad H_\gamma - 434,0$$

angibt.

Digitized by Google

Innerhalb der genauer von mir untersuchten Strecke des Spectrums von der Wellenlänge 571,5 an, zeigt somit das Funkenspectrum etwa 40 Linien. Von denselben sind wenigstens mit grosser Annäherung acht auch in dem voll ausgebildeten Bandenspectrum als Maxima oder als Linien bestimmt. Grösser ist die Zahl der Coincidenzen mit den Linien des bei geringer Gasdichte sich zeigenden Linienspectrums, volle oder doch sehr annähernde Coincidenz zeigt sich bei 19 Linien, also etwa der Hälfte, von denen vier in allen drei Formen des Spectrums beobachtet sind. Voll übereinstimmend sind gerade die hellsten Linien der beiden Linienspectra. Dieselben sind die im gelbgrünen liegenden 568,4, 567,1 die aus der früher im Speciellen besprochenen grünen Cannelirung sich entwickelnden 500,7 und 500,4, sowie die aus der blauen Cannelirung sich entwickelnde 463,2.

Zwischen den beiden Linienspectris zeigt sich, wenn auch nicht in den einzelnen Linien, so doch in anderer Beziehung noch eine weitere Uebereinstimmung. Plücker und Hittorf unterscheiden in dem Linienspectrum des Stickstoffs 5 Hauptgruppen, zwischen denen noch einzelne Linien liegen. Von diesen 5 Gruppen fallen diejenigen von II bis V in den hier genauer untersuchten Theil des Spectrums. Die Gruppen sind

Gruppe	II zwischen den Wellenlängen	577—567
„	III „ „ „	555—545

Zwischen Gruppe III und IV liegen drei Linien 535,6, 534,4, 532,3 und weiter zwei Linien 518,1 und 517,6.

Gruppe IV zwischen den Wellenlängen 508—499

Zwischen Gruppe IV und V liegen zunächst 4 Linien von 489,6—484,8 und weiter drei Linien 480,5, 479,0, 478,1.

Gruppe V zwischen den Wellenlängen 464,5—460,2

Alle diese Gruppen liegen an Stellen des Spectrums, wo auch das aus dem Bandenspectrum sich entwickelnde

Linienspectrum sehr reich ist. So zunächst die hellsten Linien der Gruppe II finden sich als solche schon in dem Rest des Bandenspectrums. Gruppe III besteht aus 7 Linien, die drei ersten 555,5, 554,7, 553,8 liegen zwischen den Linien 556,6 und 553,6, zwischen denen bei der Dichtigkeit, bei welchen diese Linien gemessen wurden, noch ein schwach helles Feld sichtbar ist. Auch zwischen 553,6 und 548,9 ist noch ein schwach helles Feld zu sehen und ein noch helleres zwischen 548,9 und 542,4. Die Gruppe III entspricht also einem noch bei der geringen Dichte sichtbaren Felde. Die ersten drei zwischen Gruppe III und IV liegenden Linien finden sich dort, wo auch in den vom Bandenspectrum übrig bleibenden Spectrum mehrere Linien 534,3 und 533,3 und 531,3 gemessen wurden, die beiden Linien 518,1 und 517,6 sind die Auflösung der bei 518,3 gemessenen und bei der Beobachtung als verwaschen bezeichneten Linie. Gruppe IV liegt an der im §. 9 näher besprochenen Stelle des Spectrums, deren Variabilität eine so auffallende ist. Die vier Linien 489,6—484,4 sind zum Theil schon in dem Reste des Bandenspectrums vorhanden, zum Theil gegen dort vorhandene nur wenig verschoben, indem sich in demselben an dieser Stelle zwischen 492 und 485 sechs Linien finden. Ebenso liegen die drei Linien 480,5—478 in einem Gebiete, in welchem auch der Rest des Bandenspectrums an Linien reich ist. Gruppe V schliesslich ist fast ganz schon in dem aus dem Bandenspectrum bleibenden Linienspectrum vorhanden, sie entspricht der im §. 10 genauer besprochenen blauen Partie.

Es folgt somit, dass das Linienspectrum sich im Wesentlichen an den Stellen ausbildet, welche schon bei allmähliger Verdünnung des Stickstoffs die stärkste Veränderlichkeit zeigen und schon in dem aus dem Bandenspectrum sich entwickelnden Linienspectrum am reichsten sind.

Digitized by Google

§. 14.

Der in dem Vorigen dargestellte Verlauf der Spectralerscheinungen des Stickstoffs, wenn man in hinreichend engen Röhren das Gas allmählig verdünnt, zeigt somit genau die nach dem Kirchhoff'schen Satze sich ergebenden Aenderungen, je geringer die Zahl der leuchtenden Moleküle wird, um so mehr zieht sich das Spectrum zusammen in eine Anzahl heller Linien.

Gleichzeitig kann man aber bei abnehmender Gasdichte direkt verfolgen, wie in Folge der bei wachsender Verdünnung und desshalb wachsendem Widerstande gesteigerten Temperatur die Helligkeitsmaxima ihre Lage ändern, wie die in dem ausgebildeten Bandenspectrum vorhandenen Maxima zurücktreten, wie die Linien an Stellen zweiter und dritter Maxima auftreten oder an gleichmässig beleuchteten Stellen der Cannelirungen. Nimmt man nun weiter hinzu, dass die Linien des Funkenspectrums gegen die des ersten Linienspectrums nicht mehr verschoben sind als die letztern gegen die Maxima des Bandenspectrums, so kann es wohl nicht zweifelhaft sein, dass wir in den verschiedenen Formen des Stickstoffspectrums nichts Anderes vor uns haben als das der jedesmaligen Temperatur, Dicke und Dichte des strahlenden Gases entsprechend ausgesandte Licht, und dass es einer neuen Hypothese zur Erklärung der Spectralerscheinungen nicht bedarf.

Aachen, den 8. April 1879.

Herr A. Vogel spricht:

„Ueber Absorptionsfähigkeit der Humussubstanzen."

Unter Absorptionsfähigkeit der Ackererde versteht man, wie bekannt, im Allgemeinen die Eigenschaft des Bodens, gelöste Stoffe sehr verschiedener Art, vorzüglich aber unorganische Substanzen, unter denselben eine grosse Reihe von Pflanzennährstoffen, z. B. die Bestandtheile der Jauche, in sich niederzuschlagen und aufzunehmen, so dass die durchfiltrirte Flüssigkeit bedeutend ärmer an diesen gelösten Stoffen aus der Erde wieder austritt.

Das Absorptionsvermögen des Bodens spielt in der Ernährung der Pflanze eine sehr wichtige Rolle, eine noch wichtigere in der praktischen Entwicklung der Liebig'schen Mineraltheorie. Ohne Berücksichtigung dieses Naturgesetzes hatte die Mineraltheorie, wie man weiss, lange Jahre mit den auffallendsten Misserfolgen in der praktischen Landwirthschaft zu kämpfen, obgleich die theoretische Richtigkeit der einzelnen Sätze schon längst ganz unzweifelhaft dastand.

Eine grosse Versuchsreihe über das Absorptionsvermögen der Ackerkrume ist von dem englischen Chemiker Way ausgeführt worden, ohne jedoch, wenigstens meines Wissens, die Bedeutung dieses Naturgesetzes für die Pflanzenernährung zu berücksichtigen.

Diess war Liebig vorbehalten, er war in Deutschland der Erste, welcher die Wichtigkeit der Way'schen Arbeiten

Digitized by Google

für die Theorie der Pflanzenernährung im Boden und speziell der Düngung erkannte.

Nachdem nun die ungewöhnliche Bedeutung der Bodenabsorption auch für die praktische Landwirthschaft dargethan worden, war man von den verschiedensten Seiten eifrig bemüht, dieses Naturgesetz als ein längst bekanntes hinzustellen, ja man ist in Bezug auf die Entdeckung der Absorption der Ackererde noch viel weiter, auf das Alterthum zurückgegangen, nämlich auf Aristoteles. Ich verweise in dieser Hinsicht auf meine akademische Festrede vom Jahre 1869, woselbst ich nach der Aufklärung des Hrn. Collega v. Prantl — eines genauen Kenners des Aristoteles — gezeigt habe, dass die angeführten Stellen sich keineswegs in dem unterlegten Sinne deuten lassen.

Durch zahlreiche Untersuchungen ist Liebig zu dem Schlusse gelangt, dass die Absorptionserscheinungen des Bodens nach zwei Seiten hin Erklärung finden und zwar als chemischer und dann als physikalischer oder mechanischer Vorgang. Way hatte die Bodenabsorption nur als chemischen Vorgang, als chemische Reaktion zwischen Erde und Lösung aufgefasst.

Der Gedanke durfte indess naheliegen, der Annahme einer mechanischen Absorption neben der chemischen Raum zu geben, kennen wir ja doch schon längst eine, wie es schien, hiemit nahe verwandte Thatsache, nämlich die Aufnahme gelöster organischer Pigmente durch poröse Körper, namentlich durch Kohle. Es hat sich in der Folge gezeigt, dass diese beiden Vorgänge nicht identificirbar sind, obgleich man solches mit Liebig für sehr wahrscheinlich halten konnte.

Frisch ausgeglühte Holzkohle, in gröblichem Pulver angewendet, hat bekanntlich die Eigenschaft, aus Flüssigkeiten verschiedene Stoffe aufzunehmen, wodurch sie Farbe, Geruch und Geschmack verlieren. Diese Beobachtung ist, wie angenommen werden darf, zuerst von Lowitz in Petersburg

Digitized by Google

veröffentlicht worden. Man fand in der Folge, dass die thierische Kohle in dieser Beziehung der vegetabilischen Kohle vorzuziehen sey und glaubte demnach, dass der Stickstoff hier thätig mitwirke. Besonders brauchbar zum Entfärben der Flüssigkeiten zeigte sich diejenige Kohle, welche bei Bereitung des Blutlaugensalzes durch Glühen animalischer Substanzen mit Kali gewonnen wird. Durch eine Reihe späterer Versuche ist dargethan worden, dass der Stickstoffgehalt der Kohle an der Entfärbungsfähigkeit keinen Antheil habe, sondern dass die fremden theils erdigen Stoffe, welche in der animalischen Substanz enthalten oder denselben beigemengt sind, der zu bildenden Kohle mehr Porosität ertheilen und sie dadurch geeigneter machen, organische Materien aufzunehmen, was mit der mehr compacten, zum Theil verglasten thierischen Kohle in dem Grade nicht stattfinden kann. Von der Knochenkohle dürfte in dieser Beziehung eigentlich ganz abgesehen werden, da diese streng genommen gar nicht mehr als Kohle bezeichnet werden kann. Sie enthält mitunter 80 bis 90 pCt. Asche, wenn sie nicht mit Salzsäure ausgekocht worden.

Wenn man eine durch Kali neutralisirte Indigolösung, ein Fernambuk- oder Blauholzdecoct mit thierischer Kohle aufkocht, so werden diese gefärbten Lösungen gänzlich entfärbt. Dabei aber tritt nicht eine Zerstörung der Farbstoffe ein, sondern dieselben haben nur eine in Wasser unlösliche Verbindung mit Kohle eingegangen. Behandelt man nämlich die Kohle mit Kalilauge, so werden die Pigmente aus der Kohle abgeschieden und kommen durch die Einwirkung des Kali's allerdings in etwas verändertem Zustande wieder zum Vorschein.

Eine sehr poröse und zugleich fast aschenfreie Kohle wird am einfachsten erhalten, wenn man eine russende Petroleumlampe gegen eine mit kaltem Wasser gefüllte Porzellanschale schlagen lässt und den gesammelten Russ im verschlossenen Tiegel längere Zeit zur Rothgluth erhitzt.

Digitized by Google

Die bisherigen Versuche, mit diesem Kohlenpräparate — zur Entfärbung gelöster organischer Pigmente in hohem Grade geeignet — haben gezeigt, dass dasselbe, da hier jede chemische Wirkung vollkommen ausgeschlossen, zur Fixirung von Alkalien, alkalischen Erden und Salzen durchaus nicht befähigt sei.

Es schien mir von Interesse, diese Versuche auf die künstliche Humussubstanz, wie man solche bekanntlich durch Behandeln von Zucker mit Salzsäure erhält, auszudehnen. Im Laboratorium der landwirthschaftlichen Abtheilung der kgl. technischen Hochschule in München ist von Herrn Dr. Wein — seit Jahren Leiter der Versuchsstation dieser Anstalt — eine grössere Menge dieser Humussubstanz nach dem genannten Verfahren dargestellt worden. Aus 100 Pfd. reinsten weissen Colonialzuckers erhielt man 22 Pfd. Humus. Das Präparat stellt ein schwarzbraunes äusserst lockeres Pulver dar, der Aschengehalt beträgt kaum $^1/_{10}$ pCt. Schüttelt man mit dieser Humussubstanz nur ganz kurze Zeit eine ungeachtet starker Verdünnung doch tiefgefärbte Fuchsinlösung, ohne zu kochen, so erhält man ein vollkommen wasserhelles Filtrat. Nachdem die entfärbte Flüssigkeit abgelaufen, wird das Filtrum, auf welchem sich die Humussubstanz nebst dem absorbirten Farbstoff befindet, mit starkem Alkohol in der Kälte übergossen. Die vom Filtrum abgelaufene Flüssigkeit zeigt sich fast ebenso tief gefärbt als die ursprüngliche Fuchsinlösung.

Dieser Versuch dient zum augenscheinlichen Beweise, dass hier nur mechanische, keineswegs aber chemische Wirkung eintritt, indem durch einfach mechanische Lösung mit Alkohol die ursprüngliche Farbe wieder gewonnen werden kann, ohne dass man die Anwendung erwärmter Kalilauge nöthig hätte, welche doch immerhin eine chemische Aktion in sich schliesst, wodurch selbstverständlich die Färbung des Pigmentes bedeutend verändert erscheint. Als Vor-

Digitized by Google

lesungsversuch, um die Absorptionsfähigkeit der Kohle für Pigmente anschaulich zu machen, empfiehlt sich dieses einfache Experiment vor anderen.

Das Verhalten der Humussubstanz auf kaustische Alkalien und Ammoniak dürfte insofern wohl als ein chemischer, nicht mechanischer Vorgang betrachtet werden, als den Alkalien gegenüber diese Substanzen als Säuren wirken und mit denselben chemische Verbindungen eingehen. Dagegen haben meine zahlreichen Versuche, diese Humussubstanz zur Absorption von Neutralsalzen, Säuren u. s. w. zu verwenden, nur negative Resultate ergeben. Das einzige Beispiel einer allerdings nur sehr geringen Absorption ergab verdünnte Schwefelsäure. Dieselbe war auf Natronlauge mit grösster Sorgfalt eingestellt, so dass 10 C.C. Schwefelsäure ganz genau 10 C.C. Natronlauge entsprachen.

100 C.C. dieser verdünnten Schwefelsäure mit Humussubstanz, in einer verschlossenen Flasche geschüttelt, verbrauchten nach einigen Tagen abfiltrirt 98,93 C.C. Natronlauge statt 100 C.C. Ob diese geringe Differenz im Verbrauche der Natronlauge in der That auf einer Absorption der Humussubstanz für Schwefelsäure beruhe oder im Bereiche des Versuchsfehlers liege, muss vorläufig unentschieden bleiben, obgleich bei mehreren mit der grössten Sorgfalt ausgeführten Versuchen wiederholt sich übereinstimmende Resultate ergaben.

Braun gefärbte Jauche wurde durch Schütteln mit dieser Humussubstanz vollkommen entfärbt, ohne dass jedoch bisher wenigstens auch nur eine einigermassen erhebliche Absorption von Pflanzennährsalzen beobachtet werden konnte, deren Absorption doch vorzugsweise von landwirthschaftlicher Bedeutung wäre.

Nach meinem Dafürhalten liegt hierin ein weiterer Beweis, dass das Entfärben organischer Pigmente durch Kohle und poröse Körper überhaupt keineswegs identisch sei mit

Digitized by Google

der Absorption unorganischer Nährsalze durch die Ackerkrume. Zugleich dürfte hiedurch die vorwaltend chemische Wirkung der Ackerkrume in der Erscheinung der Absorption gegenüber der mechanischen Wirkungsweise, wie solches schon von verschiedenen Seiten angenommen wird, Bestätigung finden.

Noch einer anderen Wirkung dieser Humussubstanz ist hier zu erwähnen. Löst man nämlich dieselbe in kochender Kalilauge und fällt die Lösung durch verdünnte Säure, so erhält man eine Substanz, welche auch nach vollständigem Auswaschen eine weit grössere Menge Asche hinterlässt als die ursprüngliche. Die hierüber angestellten Versuche ergaben folgende Resultate.

Zu dem ersten Versuche nahm ich 2 g Humus, löste dieselben in hinreichender Menge Kalilösung, indem ich bis zum Kochen erhitzte und fällte die Lösung durch Chlorwasserstoffsäure.

Ich brauche kaum zu erwähnen, dass ich mich chemisch reiner Materialien bediente.

Der Niederschlag wurde auf dem Filtrum gesammelt, vollkommen ausgewaschen, getrocknet und eingeäschert. Es wurde völlig weisse Asche erhalten.

Der Tiegel mit Asche wog	16,375 g
„ „ allein „	16,300
Summa der Gesammtasche	0,075 g
Asche des Filters	0,005
reine Asche	0,070 g

2 g Humus enthielten somit nach obiger Behandlung 0,07 g = 3,5 % Aschenbestandtheile.

Zweiter Versuch. 1,5 g Humus wurde in derselben Weise wie bei I in Lösung gebracht, die Fällung jedoch durch Salpetersäure bewirkt. Der Niederschlag völlig aus-

Digitized by Google

gewaschen, getrocknet und eingeäschert, gab folgendes Resultat.

Der Tiegel mit Asche wog	16,325	g
„ „ allein „	16,295	
Gesammtasche	0,030	g
Filterasche	0,005	
reine Asche	0,025	

1,5 g Humus gab also nach dieser Behandlungsweise 0,025 g = $1\frac{2}{3}$ % Aschenbestandtheife.

Dritter Versuch. 1 g Humus wurde wie vorhergehend gelöst und die Lösung mit Phosphorsäure gefällt. Der wie oben behandelte Niederschlag ergab nach geschehener Einäscherung:

Der Tiegel mit Asche wog	16,330	g
„ „ allein „	16,295	
Gesammtasche	0,035	
Filterasche	0,005	
reine Asche	0,030	g

1 g Humus gab mithin nach diesem Verfahren 0,03 g = 3 % Aschenbestandtheile.

Daraus lässt sich mit Gewissheit schliessen, dass Humussäuren unter dieser Behandlung Kali aus seinen salzigen Verbindungen zu absorbiren vermögen und dass die Absorptionsverhältnisse je nach Beschaffenheit der Kaliverbindung verschieden sind.

Ausserdem bestätigt sich hiedurch die schon früher ausgesprochene Ansicht, dass Humussäuren unter Umständen den Salzbasen gegenüber als verhältnissmässig energische Säuren aufzutreten im Stande sind. Thenard[1]) hat gezeigt, dass die Verbindungen der Humussäuren mit Ammoniak äusserst beständiger Natur sind, sie verlieren erst

1) Sitzung der Pariser Akademie 27. Juni 1870 im Correspondenzberichte der deutschen chemischen Gesellschaft. Berlin, 3. Jahrgang, Nr. 14. S. 801.

Digitized by Google

bei sehr erhöhter Temperatur ihren Stickstoffgehalt. Hiemit im Zusammenhange steht die von mir hervorgehobene Beobachtung, dass die Verbindungen der Humussäure mit Kali durch Säuren nicht vollständig zersetzt werden, d. h. dass auch bei Behandlung mit einem grossen Ueberschuss von Säure, in der Kälte wenigstens, immerhin noch unzerlegtes humussaures Kali zurückbleibt, was bei der geringen Acidität der Humussubstanzen, Mineralsäuren gegenüber, immerhin auffallend erscheinen muss. Humussaures Ammoniak löst sich nach Thenard (a. a. O.) leicht in Alkalien und die Säure kann aus den Salzen wieder „unverändert" abgeschieden werden. Ob auch in diesem Falle nicht ein Theil des humussauren Salzes der Zersetzung widersteht und als humussaures Ammoniak zurückbleibe, — dies beabsichtige ich durch eine spätere Versuchsreihe festzustellen. Da die Verbindungen zwischen Humussäuren und Ammoniak auch bei einer höheren Temperatur nach Thenard (a. a. O.) noch beständig sind, so ist die Annahme keineswegs ohne Wahrscheinlichkeit.

Ich theile vollkommen mit Thenard die Ansicht, dass die humussauren Alkalien eine wichtige Rolle in der Vegetation spielen und zwar hinsichtlich der Aufnahme von Kieselsäure. Pflanzen, welche auf einem kieselsäurereichen aber humusarmen Boden gewachsen, enthalten weniger Kieselsäure in ihrer Asche, als die Pflanzen eines an Kieselsäure armen, aber humusreichen Bodens, wie ich dies schon bei früherer Gelegenheit gezeigt habe.[2])

---

2) A. Vogel, die Aufnahme der Kieselerde durch Vegetabilien. Von der kön. Akademie d. W. in Berlin gekrönte Preisschrift. 2. vermehrte Auflage 1868.

A. Vogel, einige Versuche über das Keimen der Samen etc. Sitzung der mathem.-physikal. Classe der kön. bayr. Akademie d. W. in München vom 5. November 1870. Sitzungsberichte S. 289.

Digitized by Google

Die humösen Bestandtheile der Ackererde vermitteln die Aufnahme der Kieselsäure, ohne Gegenwart von Humussubstanzen im Boden ist die Aufnahme der Kieselsäure den Pflanzenwurzeln im hohen Grade erschwert. Findet sich in irgend einer Pflanzenasche Kieselsäure in reichlicher Menge, so ist die betreffende Pflanze bestimmt auf einem an organischen Bestandtheilen reichen Boden entstanden. Mit dem Gehalte des Bodens an humösen Substanzen steht der Kieselsäuregehalt der Pflanzenasche in unläugbarem Zusammenhange, ja derselbe ist weit mehr von dem Humusgehalte des Bodens abhängig, als von dem Kieselsäuregehalte, welcher ja in fast allen Bodenarten in grossen und ergiebigen Mengen verbreitet vorkömmt. Da die Verbindungen der Humussäuren mit Ammoniak um so mehr Kieselsäure aufnehmen, als sie Ammoniak enthalten, der reinen Humussäure dagegen die Eigenschaft der Kieselsäureaufnahme fast völlig abgeht, so darf der Gedanke nahe liegen, dass die stabilen, d, h. durch Mineralsäuren, wie ich gezeigt habe, nicht vollkommen zersetzbaren Verbindungen der Humussäure mit den Alkalien, welche sich auch im Boden bilden, nicht minder einen wesentlichen Beitrag zur Kieselsäureaufnahme durch die Pflanze bilden.

Digitized by Google

Sitzung vom 1. März 1879. (Nachtrag.)

Herr C. W. Gümbel legt vor:

„Ueber das Eruptionsmaterial des Schlammvulkans von Paterno am Aetna und der Schlammvulkane im Allgemeinen."

Der jüngst erfolgte grossartige Ausbruch eines Schlammvulkans bei Paterno am Aetna unfern Catania hat die Frage nach der Beschaffenheit des Eruptionsmaterials und nach der Natur der sog. Schlammvulkane auf's Neue angeregt und um so mehr in den Vordergrund gedrängt, als über die Erklärung dieser ganzen Erscheinung noch grosse Unsicherheit herrscht und sehr verschiedene Ansichten sich einander gegenüber stehen. Dazu aber kommt noch, dass bekanntlich in der neuesten Zeit von Th. Fuchs [1]) in Wien die Entstehung eines der merkwürdigsten Schichtgesteine des alpinen Gebirgssystems, des Flysches nämlich, mit den Auswurfsmassen der Schlammvulkane in genetischem Zusammenhange gebracht wurde. Bei den vielfach räthselhaften Erscheinungen, welche sich mit der Beschaffenheit und dem Auftreten der Flyschgesteine verknüpft zeigen, gewinnen die in dieser Richtung unternommenen Untersuchungen daher eine hervorragende Wichtigkeit nicht blos für die Geologie im Allgemeinen, sondern insbesondere für jene der Alpen. Um aber diesen Fragen näher treten zu können, erscheint es vor Allem nothwendig, vorerst das Material genauer kennen zu lernen, welches die sogenannten

1) Sitz. d. k. Acad. d. Wiss. I. Abth. Jahrg. 1877 und Verhandl. d. k. geol. Reichsanst. in Wien 1878 Nr. 7 S. 135.

Digitized by Google

Schlammvulkane der Gegenwart liefern. Es ist sehr auffallend, dass wir mit Ausnahme der klassischen Arbeiten Abich's[2]) und einiger neuesten Arbeiten John's[3]) noch sehr wenig über die Natur des Eruptionsmaterials solcher Schlammvulkane wissen. Selbst diese Untersuchungen beschränken sich der Hauptsache nach bloss auf chemische Analysen; an eingehender mikroscopischer Erforschung des Eruptionsmaterials fehlt es noch gänzlich, obgleich es nicht zweifelhaft sein dürfte, dass die Ergebnisse einer solchen Untersuchung viel zur Klärung der Streitfrage über die Natur und die Entstehung der sog. Schlammvulkane beizutragen im Stande sind.

Es schien mir daher von geognostischem Standpunkte aus nicht unwichtig, die Gelegenheit, welche sich bei dem Ausbruch des Schlammvulkans bei Paterno[4]) bot, zu benützen, um wenigstens einen Anfang der Untersuchung in der bezeichneten Richtung anzubahnen, wobei ich gleichheitlich die chemische Analyse mit physikalisch-mikroscopischen und z. Th. paläontologischen Beobachtungen zu verbinden versuchte. Durch die freundliche Gefälligkeit einiger Fachgenossen war ich zugleich in die angenehme Lage versetzt, meine Untersuchungen über eine Reihe von Schlammvulkanmaterial aus ganz Italien und der Umgebung des kaspischen Meeres[5]) auszudehnen

2) Mém. d. l'Acad. imp. d. scienc. d. St. Petersbourg, VII. Serie Vol. VI. 1873.

3) Jahrb. d. k. geol. Reichsanst. in Wien 1877 S. 437.

4) Das Material von dem Schlammvulkan bei Paterno verdankte ich der Gefälligkeit des Hrn. Prof. Sequenza in Messina. Ich benütze hier die Gelegenheit, meinen verbindlichsten Dank für diese freundliche Unterstützung auszusprechen.

5) Herr Staatsrath Abich in Wien, Prof. Bianconi in Bologna, Prof. Strobl in Parma und Director Stöhr in München waren so gefällig, mich mit reichem Material zu versehen. Auch diesen Herren spreche ich bei dieser Gelegenheit meinen besten Dank aus.

Digitized by Google

so dass allgemeinere Vergleichspunkte gewonnen werden konnten. Auch glaubte ich die Gelegenheit benützen zu sollen, um wenigstens einige der wichtigsten Bildungen der Flyschgruppe mit in den Kreis meiner Untersuchungen hereinzuziehen.

Da mir als Ausgangspunkt für das Ganze die Beobachtungen an dem Eruptionsmaterial des Schlammvulkans von Paterno diente, so stelle ich die hierbei gewonnenen Ergebnisse hier voran.

Der Schlammvulkan von Paterno.

In den ersten Tagen des Monats Dezember 1878 machte sich nach den Mittheilungen des Prof. Silvestri in Catania [6]) ein neuer Schlammvulkan durch gewaltige Schlammeruptionen bei Paterno in der Nähe des Aetna bemerkbar. Die aus zahlreichen Eruptionspunkten mit wechselnder Heftigkeit hervorbrechende Schlammmasse bildete einen grossen rauchenden Schlammsee. Die Krater-ähnlichen Eruptionsöffnungen sind von zweierlei Art. Die einen bleiben continuirlich in Thätigkeit und werfen mit einer gewissen Regelmässigkeit dicklichen Schlamm und salziges schlammiges Wasser mit Petroleum-haltigem Schaume aus. Zugleich bewirkt das Hervordringen von Gasen, namentlich von Kohlensäure, dass die in den kraterförmigen Vertiefungen angesammelte flüssige Masse in fortwährende aufwallende Bewegung versetzt wird und dass sich darüber eine an Kohlensäure sehr stark angereicherte Dunstschicht bildet, in welcher brennende Körper erlöschen und Thiere zu Grunde gehen.

Bei der zweiten Art der Ausbruchsöffnungen ist die Thätigkeit eine intermittirende, indem hier der ausgestossene Schlamm sehr dickflüssig ist und dadurch zeitweise dem das

6) Allgem. Zeit. Beilage vom 4. Januar 1879 S. 54.

Digitized by Google

Aufwallen bewirkenden Gas Widerstand zu leisten vermag. Es ist diess die Periode einer oft einige Minuten andauernden scheinbaren Ruhe. Gewinnt dann die Gasspannung das Uebergewicht, so folgt die Periode der Explosion der Schlammmassen, wobei ein unterirdisches Getöse und ein Erzittern des Bodens wahrgenommen wird. Indem bei derartigen Oeffnungen der dicke Schlamm bald bis zu einer gewissen Höhe emporgehoben wird, bald wieder in die Vertiefung zurücksinkt und eine Zeit lang in Ruhe bleibt, um nach 8—10 Minuten wieder in die Höhe getrieben zu werden, unterliegen diese sog. Schlammkrater einer fortwährenden Formänderung.

Diese Ausbrüche dauerten nach Silvestri's weiteren Mittheilungen [7]) mit abnehmender Energie bis gegen Ende des Monats Dezember fort, verstärkten sich aber nach dem am 24. Dezember über den östlichen Theil von Sicilien verlaufenden, starken Erdbeben in sehr sichtbarer Weise wieder. Nach zwei Tagen starker Erregtheit trat eine weitere Periode der sich allmählig verschwächenden Eruptionserscheinung ein, die erst gegen Mitte Januar völlig erloschen war, indem nunmehr nur noch gegen 10 Oeffnungen sichtbar sind, aus denen in Mitte des Eruptionsbeckens ganz ruhig ohne Erzittern des Erdbodens und ohne Getöse schlammiges, zwischen 13—37° warmes Wasser, petroleumhaltiger Schaum und reichliche Gase entströmten im Gegensatze zu dem springbrunnenartigen Empordringen dicken Schlamms in der ersten Zeit der Eruptionsthätigkeit. Durch eine Schutzmauer wurde der Schlammstrom gegen das weitere Vordringen, welches die Verheerung der Gemüsegärten und Orangerien befürchten liess, zu einem Sumpf von beiläufig 7000 Quadratmeter angestaut, der nunmehr auszutrocknen beginnt und von Austrocknungssprüngen durchzogen wird.

7) Siehe Ausland Nr. 7 S. 138. 1879.

Digitized by Google

Das ausgetrocknete Eruptionsmaterial stellt einen lichtgrünlich grauen, pulverigen Thon dar, der von Wasser befeuchtet sehr zäh, plastisch und beim Anfühlen gewissermassen seifig sich verhält, wie z. B. der gewöhnliche Töpferthon. Das im Wasser vertheilte Material ist aus verschieden grossen Theilchen zusammengesetzt, nämlich aus

A) 0,4 % gröberen Stückchen über 0,5 mm Durchmesser
B) 15,0 % feineren Stückchen „ 0,1 „ „
C) 84,6 % feineren Schlamm.

Die gröberen Stückchen A bestehen aus festeren Mergelbröckchen, Fragmenten von Kalkspath, ziemlich viel Schwefelkies in traubigen Klümpchen jedoch ohne Spur von Beimengungen vulkanischer Gesteinstheilchen (Bimsstein, Lava, vulkanischer Asche). Nur sehr vereinzelte kleine Körnchen könnten als Augit oder dergleichen angesprochen werden.

58,89 % dieses gröberen Beimengungen werden durch Essigsäure zersetzt, nämlich so weit sie aus kohlensaurer Kalkerde, etwas kohlensaurer Bittererde und Eisenoxydul zusammengesetzt sind. Der Rest besteht nahezu drei Viertheilen aus Quarzkörnchen. Denn die Analyse desselben ergab:

Kieselsäure	76,50
Thonerde	3,00
Eisenoxyd	4,10
Kalkerde	0,23
Bittererde	0,55
Alkalien	Spuren
Bitumen	1,00
Schwefelkies	1,73
Wasser und Verlust	12,89
	100,00

Die Quarzkörnchen konnten durch die lebhaften Farben i. p. L. bestimmt erkannt werden, das Uebrige scheint vorherrschend einem festen Mergel anzugehören.

Digitized by Google

Aehnlich verhält sich auch der mittelgrosse Bestandtheil B, bei welchem neben den Mineraltheilchen nun noch merkwürdiger Weise organische Beimengungen namentlich von Foraminiferen sich bemerkbar machten. Nach der unter starkem Brausen erfolgten Einwirkung von Essigsäure bleibt ähnlich, wie bei dem grösseren Theil, ein Rückstand über, der unter dem Mikroscop untersucht Verschiedenes erkennen lässt und zwar:

1) kleine, schwarze, vom Magnet gezogene Körnchen — Magneteisen;
2) weisse, meist durchsichtige z. Th. auch opake, rundliche und eckige Körnchen, die i. p. L. lebhafte Aggregatfarben, höchst selten farbige Streifchen zeigen, daher weit vorherrschend zum Quarz und in wenigen Splitterchen einem Plagioklas zuzurechnen sind;
3) rundliche, agglutinirte röthliche Körnchen, welche undurchsichtig bis durchscheinend, i. p. L. ohne Farbe sind und wahrscheinlich aus gefärbter, amorpher oder derber Kieselsubstanz als Kerne von *Foraminiferen* bestehen;
4) grüne Kerne von *Foraminiferen*-Ausfüllungen aus Glauconit gebildet;
5) Glimmerschüppchen;
6) Schwefelkies.

Den wichtigsten Theil der Eruptionsmasse bildet der feine Schlamm (86,4 % des Ganzen). In Wasser vertheilt und unter dem Mikroscop untersucht, lässt derselbe neben den flockigen Thonklümpchen merkwürdiger Weise eine grosse Menge von *Coccolithen*, *Foraminiferen* und in kleinste Theilchen zersplitterte organische Reste im Versteinerungszustande erkennen. Die *Coccolithen* besitzen grossentheils die gewöhnliche Form der Tiefseeablagerungen. Dazu gesellt sich, wiewohl nur in vereinzelten Exemplaren, eine mir neue Form, welche dadurch aus-

Digitized by Google

gezeichnet ist, dass sie radial gestreift oder vielmehr gefaltet erscheint. Unter den weissschaligen, im Innern mit fester Gesteinssubstanz ausgefüllten, daher versteinererten und nicht etwa abgestorbenen Exemplaren der Jetztzeit angehörigen Foraminiferen finden sich hauptsächlich zahlreiche *Globigerinen*, seltener *Nodosarien*, *Cristellarien* u. s. w., wie sie in den süditalienischen Tertiärablagerungen vorzukommen pflegen. Unter den übrigen organischen Ueberresten machen sich besonders kleine punktirte Blättchen bemerkbar, wie in den Tiefseeablagerungen, die von *Stachelhäutern* herrühren dürften.

Zersetzt man die mergeligen Theilchen durch Säuren und schlämmt die Flocken weg, so bleiben im Rückstand Splitterchen, die optisch wie Feldspath sich verhalten, ferner Quarzkörnchen, Glimmerblättchen und braune, warzige, nur durchscheinende Klümpchen, welche wahrscheinlich aus gefärbter amorpher Kieselsäure bestehen.

Nimmt man die Schlammasse im Ganzen, so enthält dieselbe nicht unbeträchtliche Menge an in Wasser löslichen Salzen, nämlich nahezu $^1/_{10}$ %.

Diese in Wasser löslichen Salze gehören weit vorwaltend Chlornatrium an. Sie bestehen nämlich aus:

Chlor	57,11
Schwefelsäure	0,48
Salpetersäure	Spur
Natrium	38,86
Kalium	0,07
Bittererde	0,73
Kalkerde	1,68
Kohlensäure und Wasser . .	1,07
	100,00

Der geringe Gehalt an Gyps und an Bittererde ist bemerkenswerth und weist in Uebereinstimmung mit dem Fehlen von Jod jeden Gedanken an ein unmittelbares Abstammen dieser Salze aus dem Meerwasser zurück.

Digitized by Google

Der feine Schlamm (C) nach dem Auslaugen der ganzen Masse mit Wasser ist zum Theil durch Säuren zersetzbar. Der durch sehr verdünnte Salzsäure zerlegte Theil, hauptsächlich Kalkcarbonat mit etwas kohlensaurer Bittererde, Eisenoxydul und Manganoxydul nebst geringen Mengen von Thon beträgt 18,52 % und besteht aus:

Kohlensaurer Kalkerde	59,85
„ Bittererde	10,30
„ Eisenoxydul . . . } „ Manganoxydul . . .	25,58
Thon	3,65
Eisenoxyd, Kieselerde etc. etc. . .	1,13
	100,51

Den durch Salzsäure nicht zerlegten Rest fand ich zusammengesetzt aus:

Kieselerde.	58,75
Thonerde	22,59
Eisenoxyd	7,61
Kalkerde	0,08
Bittererde	1,52
Kali	0,90
Wasser	9,00
	100,45

Im Zusammenhalte mit der mikroscopischen Untersuchung ergibt sich hieraus, dass dieser Restbestandtheil als ein eisenhaltiger Thon mit Quarztheilchen und Glimmerschüppchen anzusehen ist. Dazu kommen noch geringe Mengen von Markasit. In diesen Schlammmassen des Schlammvulkans von Paterno können wir dennoch durchaus keine Betheiligung vulkanischen Materials in der Zusammensetzung erkennen; dieselben gleichen vielmehr einem mergeligen Thon, wie derselbe in den tertiären Ablagerungen der Nachbarschaft vorzukommen pflegt. Der Einschluss von *Coccolithen* und

Digitized by Google

Foraminiferen setzt es zudem ausser allen Zweifel, dass dieses Eruptionsmaterial, was auch immer die Ursache der Schlammvulkane sein mag, die wir hier zunächst noch unberührt lassen wollen, nichts anderes ist, als erweichter, von Wasser durchtränkter und durch Gasspannungen eruptiv gewordener Tertiärthon.

Noch ist zu erwähnen, dass zwar nicht die Gasexhalationen dieses Schlammvulkans, aber doch die der benachbarten sog. Salinelle von Paterno von Ch. St. Claire Deville untersucht[8]) und zusammengesetzt gefunden wurde aus: 97,0 Kohlensäure und 3,0 Sauerstoff mit Stickstoff. Es ist wahrscheinlich, dass auch das Gas des Schlammvulkans von Paterno eine ähnliche Zusammensetzung, vermuthlich mit einer Beimengung von Kohlenwasserstoff besitzt.

Dieses auffallende Resultat der Untersuchung des Eruptionsmaterials bei demSchlammvulkan von Paterno berechtigt begreiflicher Weise noch nicht, weiter gehende Schlüsse zu ziehen, weil hier möglicher Weise eine rein örtliche Erscheinung vorliegen könnte. Es erwies sich daher wünschenswerth, die Untersuchung in ähnlicher Weise auch noch auf andere Schlammvulkane weiter auszudehnen. Hier ist zunächst die Untersuchung desjenigen Schlammvulkans von Wichtigkeit, welcher gleichsam als Typus aller Schlammvulkane in Europa angesehen wird, des Schlammvulkans „Macaluba", nach welchem von Manchen alle Schlammvulkane geradezu mit dem Namen Macaluben bezeichnet werden.

Eruptionsmaterial des Schlammvulkans Macaluba bei Girgenti.

Dieser schon aus dem Alterthum bekannte Schlammvulkan bei Girgenti auf Sicilien, wird nach Dolomieu's

8) Annal. d. Chimie et Physique 3. Ser. 1858. Tom. LII S. 51.

Schilderung im Jahre 1781 von einem beiläufig 50 m hohen sehr flach kegelförmigen Hügel von sehr veränderlicher Gestalt bei etwa 925 m. Umfang gebildet. Auf dem abgestumpften Gipfel desselben machen zahlreiche sekundäre konische Aufragungen, die grössten etwa 1 m., die kleinsten oft nur spannenhoch, die eigentlichen Eruptionspunkte aus. Jeder dieser Kegel trägt oben eine trichterförmige Vertiefung, in welcher der flüssige Schlamm bis zum Rande des Kegels aufsteigt, sich hier zu einer halbkugeligen Blase aufbläht und nun, indem die Blase mit starkem Geräusche zerplatzt, theilweise emporgeschleudert wird, theilweise in die Vertiefung zurücksinkt, um nach 2—3 Minrten wieder aufzusteigen und dasselbe Spiel zu wiederholen. Der ausgeworfene Schlamm bildet einen Thonboden, der beim Austrocknen rissig wird und beim Darübergehen schwankt zum Zeichen, dass er nur eine Kruste über einem weichen, halbflüssigen Untergrunde bildet. Bei eintretendem Regenwetter erweichen die Thonmassen und die kegelförmigen Aufragungen der ganzen Region verwandeln sich in einen grossen mit halbflüssigem Schlamm erfüllten Tümpel [9]).

In etwas anderer Weise beschreibt später (1829—1832) Friedrich Hoffmann [10]) diese Schlammvulkane: „In einer wenig erhöhten Thonebene ist sind auf einer Fläche von etwa 150 Schritt Länge und ungefähr 50 Schritt Breite eine grosse Zahl, etwa 30, zwischen 2—3 Fuss hoher Schlammkegel aufgeworfen. Jeder trägt auf der Spitze eine unbedeutende, selten mehr als fussgrosse trichterförmige Vertiefung, welche mit Salzwasser erfüllt war und stets ward die Oberfläche dieser kleinen Wasser-Ansammlungen von austretenden Gasblasen in brodelnde Bewegung erhalten, wobei sich nicht

9) Dolomieu's Werke sind: Mémoires sur les isles Pontes et catalogue raisonné de l'Etna 1788; Voyage aux ilses de Lipari 1783 und Sur le tremblement de terre de la Calabre 1794.

10) Karsten's und v. Dechen's Archiv, Bd. 13; 1839 S. 118.

Digitized by Google

selten an den Abhängen der Kegel über die Ränder dieser kleinen Krater kleine Ströme der mit Salzwasser getränkten Thonmasse ergossen, welche das Bild kleiner Lavaströme gleichsam spielend darstellten."

In neuerer Zeit (1855 und 1856) haben Ch. St. Claire Deville und F. Leblanc auch die Zusammensetzung der aus den Oeffnungen des Macaluba ausströmenden Gase untersucht und gefunden[11]), dass sie bestehen in der als Nr. 4 bezeichneten Mündung aus:

Kohlensäure . . .	1,15
Sauerstoff	1,70
Stickstoff	6,75
Kohlenwasserstoff .	90,40
	100,00

Diese Gase besitzen demnach eine abweichende Zusammensetzung gegen viele der eigentlichen vulkanischen Exhalationen der Fumarolen, Solfatoren u. s. w., welche durch das Vorkommen von Salzsäuren und schwefeliger Säure gekennzeichnet sind, aber es wird von Deville angenommen[12]), dass zwischen den Gasexhalationen der Schlammvulkane und Salse und jener der echten Vulkane bezüglich ihrer Zusammensetzung ein allmähliger Uebergang stattfinde, so dass es unmöglich sei, sie sicher von einander zu unterscheiden.

Der mir zur Untersuchung vorliegende Eruptionsschlamm von Macaluba besteht aus einer weisslich grauen leicht zerreiblichen Erde vom Aussehen eines tertiären mergeligen Thons. In's Wasser gebracht, erweicht derselbe ziemlich rasch und hinterlässt beim Abschlämmen der feinsten Thontheilchen geringe Mengen gröberer Beimengungen. In diesen erkennt man mit unbewaffnetem Auge und mit Hilfe des Mikroscops kleine Körnchen von Quarz, Glimmerblätt-

11) Annales de Chimie et de Physipue 3. Ser. 1858 p. 57.

12) Fouqué et Gorcein, Ann. d. scienc. geologiques T. II, 1870 p. 99.

Digitized by Google

chen, Splitter von Kalk, Gyps (? Anhydrit), kohlige Theilchen und von Schwefel, dessen Natur durch Verbrennung sicher nachgewiesen wurde. Aehnlich wie in den gröberen Bestandtheilen der Schlammmasse von Paterno finden sich auch hier weissschalige, mit harter Gesteinssubstanz ausgefüllte, also versteinerte *Foraminiferen* in besonders reichlicher Menge, namentlich *Globigerinen*, nach Art der in den benachbarten Tertiärschichten vorkommenden Formen. Es ist hervorzuheben, dass auch hierin jede Spur vulkanischer Gesteinsfragmente oder Mineralien fehlt. In den feinen Schlammtheilen bemerkt man u. d. M. nicht besonders häufig *Coccolithen* in gut erhaltenem Zustande. Zahlreiche Ringfragmente und feinste Kerne deuten darauf hin, dass viele derselben zertrümmert, nur theilweise erhalten worden sind. Auch dieser Schlamm enthält nach den Untersuchungen von Ass. Schwager

1) in Wasser lösliche Salze	3,70
2) durch Essigsäure zersetzbaren Antheil . .	4,18
3) in Salzsäure " " . .	24,62
4) in Schwefelsäure " " . .	13,50
und einen Rest mit	54,00
	100,09

Die in Wasser löslichen Salze sind:

Chlornatrium	3,305
Schwefelsaures Natrium . .	0,227
" Kalium . . .	0,121
" Kalk . . .	0,033
	3,686

In Essigsäure wird zersetzt:

Kohlensaure Kalkerde . . .	3,80
" Bittererde . .	0,38

Der durch Salzsäure unter lebhaftem Aufbrausen zersetzte Antheil ist etwas Bittererde und Eisenoxydul-haltiges

Digitized by Google

Kalkcarbonat neben kleinen Mengen von Thon. Durch Salzsäure wird ferner A und dann durch Schwefelsäure ein Antheil B zersetzt, welche bestehen aus:

	A	B
Kieselsäure	26,36	45,12
Thonerde	23,44	37,48
Eisenoxydul	17,24	3,46
Kalkerde	2,52	0,51
Bittererde	7,92	1,40
Kali	3,18	4,77
Natron	3,91	2,62
Wasser	14,15	4,88
	90,72	100,14

Dieser Bestandtheil ist ein Alkali-reicher, Eisen- und Wasser-haltiger Thon von der Beschaffenheit, wie er häufig in thonigen Sedimentär-Ablagerungen gefunden wird.

Der Rest ist zusammengesetzt aus:

Kieselsäure	78,04
Thonerde	16,81
Eisenoxyd	0,91
Kalkerde	1,23
Bittererde	0,07
Kali	0,83
Natron	1,54
Wasser	1,24
	100,67

Darin scheint neben einem kleinsten Theil durch Schwefelsäure nicht zersetzten Thones die Kieselsäure in Form von Quarzkörnchen vorzuherrschen. Nimmt man die Zusammensetzung des Schlamms ohne Scheidung des in Salzsäure und Schwefelsäure zersetzbaren und Restantheils, so ist dieselbe:

Kieselerde	54.42
Thonerde	19.63
Eisenoxyd	5,17

Kalkerde	3,58
Bittererde	2,36
Kali	1,59
Natron	4,03
Kohlensäure	2,48
Chlor	2,01
Schwefelsäure	0,22
Wasser	4,79
	100,28

Wir gewinnen in diesen Zahlen das Mittel, diese Zusammensetzung mit jenen andern Thongesteinen zu vergleichen, welche man meist nur nach der Bauschanalyse kennt und die wir später erwähnen werden. Wir wollen hier nur vorläufig auf die Aehnlichkeit dieser Zusammensetzung mit jener des von Abich analysirten Eruptionsmaterials des Schlammvulkans von Kumani und mancher Tiefseeschlammablagerungen hinweisen. Von Beimengungen vulkanischer Produkte oder von einer tuffartigen Zusammensetzung war nichts zu beobachten.

Ich wende mich zunächst der weiteren Untersuchung zweier Schlammauswurfsmassen zu, welche aus den durch zahlreiche Salse, Gasexhalationen und Petroleumquellen bekannten Gegenden der Apeninnen bei Modena und Parma stammen, um auch einige Beispiele aus dem nördlichen Italien für den Vergleich zu gewinnen.

Ueber diese norditalienischen Schlammvulkane verdanke ich der Güte des Herrn Bergdirektors E. Stöhr folgende Mittheilung: „Beschränkt man den Begriff „Salse "näher bloss auf die wirklichen Schlammvulkane, die nicht bloss Kohlenwasserstoffgas ausstossen, sondern auch Schlammströme und Gesteinsfragmente ausschleudern, so finden sich in der heutigen Provinz Modena und Reggio nicht weniger als 8 solcher ausgesprochener Salze, nämlich:

Digitized by Google

1) Die von Monte Gibbio bekannt unter dem Namen der Salse von Sassuolo. Dazu kann man drei benachbarte kleinere Salse rechnen, welche anscheinend selbstständig, doch in innigem Zusammenhange mit der Hauptsalse zu stehen scheinen.

2) Die Salse von Nirano, auf die zuerst Brignoli [13]) aufmerksam gemacht hatte und welche dann von Stoppani beschrieben wurde.

3) Die Salse della centura oder delle prate, die unweit von Mont'Ardone liegend zuerst von Ménard la Groye [14]) beschrieben wurde.

4) Die Salse von Pujanello, bereits von Spallanzani [15]) beschrieben und mit dem Namen della Toro della Maina belegt.

5) die Salse von Ospedaletto, die bisher noch nicht erwähnt wurde.

6) Die Salse von Casalina-Moncerato, ebenfalls noch unbeschrieben, aber bereits von Brignoli erwähnt. Alle die bisher genannten Salse liegen im Modenesischen; die folgenden dagegen in den Provinzen Reggio nämlich

7) die Salse von Querzola, von Spallanzani (Querzuola) beschrieben und

8) die Salse von Casola, die derselbe Gelehrte irrthümlich als die von Canossa angibt.

Einige der bedeutendsten derselben wollen wir nun näher untersuchen.

---

13) Relatione dell' ultima eruzione d. salza di Sassuolo, Reggio 1836.

14) Journal de Physique Vol. 86.

15) Viaggi delle due Sicilie e in alcune parte dell' Appennino Tom. III 1795 Pavia.

Digitized by Google

Salsa di Nirano [16]).

Einer der bekanntesten, noch jetzt sprudelnden Schlammvulkane liegt im Süden von Modena und östlich von Sassuolo im Gebiet der astischen Subapenninsmergel unfern von dem kleinen Dorfe Nirano. Herr Director Stöhr theilt mir darüber folgende Einzelheiten mit:

„Ungefähr 1 Kilometer nördlich vom Dorfe Nirano liegt am Südostgehänge eines aus blaugrauen Subapenninmergeln bestehenden Höhenzugs etwa 40 m. unter dessen Kamm ein kleines, auf drei Seiten von Hügeln umgebenes, nach Süden offenes Hochplateau, das sich schon von ferne von dem ringsumgebenden Grün des reich bepflanzten Landes durch seine Kahlheit und helle Erdfarbe in auffallender Weise abhebt. Auf dieser etwa 400 m. langen und über 100 m. breiten Hochfläche finden sich nun zahlreiche Schlammkegel, welche durch ihre Ausdehnung, durch ihre häufigen und nach Zeit sich einstellenden Erruptionen durch die mächtigen Schlamm- und Gasexhalationen als die grossartigsten aller italienischen Salse, jene der berühmten Macabuba nicht ausgenommen, gelten können. Dieser Complex wird als Salsa di Nirano bezeichnet.

Die kleine Hochfläche wird von einem hellen, blaugrauen erhärteten Schlamm, der von früheren Ergüssen abstammt, gebildet und lässt keine jener scharfkantigen Gesteinsfragmenten wahrnehmen, welche die Salse von Sassuolo kennzeichnet. Die hier aufgesetzten Schlammkegel sind bald bloss unansehnliche Bodenschwellungen von einigen cm. bis $^1/_3$ — $^1/_2$ m. Höhe aus breiter Basis sich erhebend bald bilden sie steile, 1—3 m. hohe conische Erhöhungen Bei ihrer Veränderlichkeit ist die Anzahl nicht constant; es wurden deren 15 — 18 gezählt, die jedoch meist nicht alle gleichzeitig thätig sind.

16) Vergl. Stoppani, J. Petrolii in Italia in Politocnico Vol. II Milano 1866 p. 55 u. fdd.

Digitized by Google

Auf den Gipfeln dieser kegelförmigen Aufragungen finden sich immer kleine kraterähnliche Oeffnungen, aus denen bei einigen fortwährend Schlamm überfliesst und Gasblasen geräuschlos aufsteigen, während bei andern das Ausstossen des Schlamms und die Gasexhalationen in kurzen Pausen intermittirend unter Begleitung eines einer arbeitenden Dampfmaschine ähnlichen stossweisbrausenden Geräusches erfolgt. Jede solche periodische Eruption beginnt mit einem stossweisen Geräusch in der Tiefe, dieses steigert sich nach und nach, bis die Oeffnung mit Schlamm gefüllt ist. Nun fliesst derselbe unter starker Gasentwicklung über, oder aber steigt bei einigen $\frac{1}{3}-\frac{2}{3}$ m hoch senkrecht in die Luft springbrunnenartig empor, um dann rasch zurück zu fallen. Dieses Spiel wiederholt sich in Pausen von 30 Sekunden bis 40 Minuten. Wenn man versucht mit einer langen Stange den Grund der Kegel zu erreichen, so erweist es sich, dass man in $1\frac{1}{2}-2$ m Tiefe noch keinen Grund erreicht.

Ausser diesen mehr oder weniger thätigen Kegeln befinden sich in der nächsten Nähe nicht weniger als 39 Oeffnungen im Boden, aus denen Gasblasen aufsteigen und Schlamm sich ergiesst; einige derselben waren augenscheinlich in Neubildung begriffen. Daneben liegen weiter noch 5 Tümpel eben im Boden, die theils mit Salzwasser, theils mit flüssigem, grosse Gasblasen ausstossendem Schlamm erfüllt sind. Das Gas ist nicht zu entzündlich. Ihr Durchmesser beträgt durchschnittlich 1—2 Meter, nur einer geht über 2 m hinaus.“ [17])

17) „Um unrichtigen Vorstellungen zu begegnen muss bemerkt werden, dass die Abbildung dieser Salse, welche Stoppani in Politecnico, Vol. II. 1866 p. 60 giebt, durchaus nicht zutreffend ist, vielmehr als vom Zeichner völlig falsch dargestellt angesehen werden muss. Denn es lässt sich weder von der Vulkanen-ähnlichen Umwallung noch

Die von Hrn. Direktor Stöhr vorgenommenen Temperaturmessungen (13. Mai 1866 Vorm. 11 Uhr) zeigten 20° C. Luftwärme, genau denselben Grad besass auch die Flüssigkeit in den Tümpeln, während in den Kegelöffnungen die Temperatur zwischen 15—16° C. schwankte.

„In früherer Zeit muss die Eruptionsthätigkeit dieser Salse bedeutend stärker gewesen sein, weil in den umliegenden Feldern noch die Spuren erloschener Wirksamkeit sichtbar geblieben ist.

„Gegen die Erscheinungen bei der Salse von Sássuolo macht sich hier eine Verschiedenheit bemerkbar, welche darauf beruht, dass die Salse von Nirano im Untergrunde auf blaugrauen Subapenninmergel der astischen Stoffe aufsitzt, wesshalb in den Auswurfsprodukten nur Schlammmassen ohne Gesteinfragmente zum Vorschein kommen, während bei der Salsa di Sassuolo, welche auf der Grenze zwischen den Subapenninmergeln aufliegenden obersten gelben Sand und der untenlagernden Argille scagliose ihre Stelle findet, die letztere noch in das Bereich der Eruption reicht und daher eckige Stücke der Argille scagliose mit zu Tage gebracht werden."

Das aus der Salsa di Nirano herausfliessende schlammige Material erhärtet zu einer aschgrauen, brüchlichen, zwischen den Fingern schwer zerreiblichen, in Wasser aber sofort zu einem weichen, zuweilen etwas Bitumen enthaltenden Brei zerfliessenden Masse. Durch Abschlämmen derselben erhält man kleine Mengen gröberer Theilchen (3—5%) — Mergelbröckchen, Kalkspathstückchen, Gyps-

---

von aufsteigenden Dämpfen irgend etwas sehen. Die in Form eines grossen Kraterrandes dargestellte Umgebung ist nichts anderes, als der aus Subapenninmergel bestehende Höhenzug, an den sich die kleine Fläche der Salse anlehnt" (Stöhr).

splitter und in ziemlicher Menge versteinerte *Foraminiferen*, sowie Bruchstüke von Muschelschalen, dann Glauconit- und Sandkörnchen. Auch Echinodermenstacheln kommen, jedoch spärlich vor; dagegen scheinen *Diatomeen* und *Radiolarien* zu fehlen. In den feinen Schlammtheilchen herrschen Thonflocken, Sandsteinkörnchen und undurchsichtige, durch organische Materie gefärbte kalkhaltige Bestandtheile vor. *Coccolithe* sind nicht sehr häufig, aber doch in ansehnlicher Menge vorhanden. Ausserdem bemerkt man Glimmerschüppchen und feinste Quarzsplitterchen. U. d. M. mit Anwendung des polarisirten Lichtes geben sich in dem durch Säuren von den beigemengten Kalktheilchen befreiten Reste weder Feldspath- noch Augit- oder Hornblendestükchen zu erkennen.

Der Schlamm braust mit Säuren behandelt lebhaft auf und gibt mit verdünnter Essigsäure behandelt an Karbonaten ab: 19,83 %

	19,83 %	
	12,84 „	werden weiter durch starke Salzsäure zersetzt
und	62,80 „	bleiben im Rest, endlich
	4,05 „	sind in Wasser lösliche Salze
	99,52 %	

Die zur Verfügung stehende Menge des Schlamms war zu gering, um eine erschöpfende Analyse der in Wasser löslichen Salze vorzunehmen. Der Hauptsache nach bestehen sie aus Chlornatrium (3,37%), kohlensaurem Natron (0,72%) und Gyps mit schwefelsaurem Natron (Rest).

In dem durch Essigsäure zersetzbaren Antheil wurden an Karbonaten kohlensaure Kalkerde (15,84) mit geringen Mengen von Bittererde und Eisenoxydul sowie mit Spuren von Manganoxydul erkannt.

In dem bleibenden Reste wird ein Theil (12,84%) durch kochende Salzsäure zersetzt und zwar mit:

Kieselsäure	23,66
Thonerde	30,71
Eisenoxyd (Oxydul) .	16,53
Kalkerde	12,98
Bittererde	Spur
Kali	2,66
Natron	1,95
Wasser	10,33
	98,82

In dem nach der Behandlung der Salzsäure bleibenden Rest wird ferner durch conc. Schwefelsäure ein Antheil von 27,45% zersetzt und zwar mit:

Kieselerde	53,70
Thonerde	25,14
Eisenoxyd	4,48
Kalkerde	0,24
Bittererde	0,66
Kali	4,87
Natron	1,59
Wasser	8,92
	99,60

In dem Rückstande nach der Behandlung mit Salzsäure dagegen sind enthalten:

Kieselsäure	62,93
Thonerde	22,97
Eisenoxyd	2,34
Kalkerde	0,03
Bittererde	0,39
Kali	2,65
Natron	4,50
Wasser	3,90
	99,79

Abgesehen von Quarz, der sich u. d. M. leicht in zahlreichen Körnchen nachweisen lässt, dann von Glimmer und

Digitized by Google

Thon nimmt an diesem Reste eine verhältnissmässig natronreiche Beimengung, die fürs erste noch nicht näher zu deuten ist, wesentlichen Antheil.

Die ganze Masse des Schlamms enthält demnach

Kieselsäure	42,48
Thonerde	18,16
Eisenoxyd (Oxydul) .	3,46
Kalkerde	10,42
Bittererde	1,90
Kali	2,60
Natron	6,49
Kohlensäure	8,96
Chlor	2,60
Schwefelsäure . . .	Spur
Wasser	3,76
	100,23

Diese Bauschanalyse zeigt, wie wenig sie geeignet erscheint, uns über die Natur der Gemenge, welche im Schlamm vereinigt sind, irgend ergiebige Aufschlüsse zu geben.

Fast in gleicher Weise verhält sich auch die eruptive Schlammmasse der benachbarten berühmten grossartigen, schon von Plinius[18]) beschriebenen Salsa von Sassuolo, welche jetzt nur mehr geringe Thätigkeit entwickelt, früher aber sehr bedeutende Schlammergüsse zu Tag brachte.

Herrn Direktor Stöhr verdanke ich die folgende aus seiner eigenen Untersuchung hervorgegangene Schilderung dieses berühmten Schlammvulkans:

„Die Sassuola-Salse ist der Typus für jene Klasse von Schlammvulkanen, bei welchen nicht einfach Schlammmassen und Gase hervorgestossen, sondern auch Gesteinsfragmente in grosser Menge mit zu Tag gefördert

18) Historia mundi lib. II cap. LXXXIII.

werden. Etwas über 2 Kilometer S. von Sassuolo am Monte Gibbio gelegen besteht diese Salse in den meist langandauernden Ruheperioden aus wenigen, unscheinbaren, mit Salzwasser gefüllten Tümpeln, aus denen sich Blasen brennbaren Gases entwickeln. Im stärksten Contrast gegen die anscheinend geringfügige Thätigkeit tritt dagegen die Salse bei den zeitweise gewaltsamen Eruptionsparoxismen mit den grossartigsten Erscheinungen hervor. Bereits Plinius erwähnt den grossartigen Ausbruch vom Jahre 90 v. Ch. Den letzten vom Jahre 1835 hat der Ingenieur Brignoli di Brunhof vortrefflich beschrieben. Nach dessen Schilderung floss der Schlamm 1835 über 1 Kilometer weit herab und füllte ein kleines Thälchen aus; die ganze Auswurfsmasse schätzt Brignoli auf 1½ Millionen Cubikmeter. In Gegenhalt hiermit steht die zutreffende Darstellung, welche Theod. Fuchs 1875 [19]) gegeben hat.

Diese Schlammströme haben grosse Aehnlichkeit mit Erdrutschen, indem so zahlreiche, scharfkantige Gesteinsbrocken in der Schlammasse eingebettet sind, dass häufig nur diese Gesteinsfragmente dem Auge sichtbar sind. Diese Trümmer bestehen aus Flysch und Macigno, denen sich Brocken von glauconitischem Sandstein, Splitter von Kalkspath, ferner mit Manganmineralien überrindete Gesteinsstücke und Schwefelkiestheile beigemengt zeigen. Manchmal findet man auch einzelne Stücke des bekannten Serpentins der Apenninen im Schlamm eingewickelt."

Leider stand mir von dem Schlamm dieser Salsa eine für die chemische Analyse zureichende Menge nicht zur Verfügung. Wir besitzen nun zwar eine Analyse desselben von Spallanzani, [20]) welche die folgende Zusammensetzung angiebt:

---

19) Sitz. der Acad. d. Wiss. 1875.
20) Viaggi a. a. O. T. III. p. 336.

Digitized by Google

Kieselsäure	49
Thonerde	38
Kalkerde	10,
Magnesia	3
Eisen	3,6

Indess ist diese Analyse zu alt und sichtlich ungenau, um benützt werden zu können.

Was die dürftigen, an Gesteinsbrocken anhaftenden Schlammtheile zu beobachten gestatteten, ist im Wesentlichen nicht verschiedener von den Untersuchungsresultaten des Schlamm von Torre und lässt auch hierin keine Spur ächten vulkanischen Eruptionsmaterials erkennen.

Schlammmasse vom Schlammvulkan von Torre.

Die aus einem der Hauptsprudel des sog. Schlammvulkans von Torre bei Traversetolo[21]) in den Apenninen von Parma geflossene, im trocknen Zustande aschgraue, ziemlich leicht zerreibliche thonige Substanz, welche ich der Güte des Hrn. Prof. Strobl in Parma verdanke, erweicht leicht in Wasser und giebt einen zähen, schmierigen Teig, der sich schwierig abschlämmen lässt.

Durch Wasser lässt sich ein Gehalt von 2,755 % löslichen Salzen aus der Schlammmasse ausziehen, welche weitaus der grössten Menge nach aus Chlornatrium mit geringen Mengen an Gyps und Spuren von Bittererdesalzen bestehen. Bei der ausgelaugten Masse konnte ich durch Schlämmen 33,26% gröbere Gemengtheile von dem feinen Schlamm absondern.

Da die gröberen Beimengen aus kleinen Gesteinsbrocken, Sandkörnchen und zahlreichen organischen Ueberresten bestehen, so wird diese besonders behandelt und zwar zunächst

21) Stoppani, I. Petrolii, im Politecnico V. II 1866 p. 54.

Digitized by Google

mit sehr verdünnter Salzsäure, durch welche die Karbonate und etwas Silikat von noch nicht sicher ermittelter Zusammensetzung zersetzt werden und zwar

mit 37,87 %, während

62,13 % von Salzsäure unzersetzt blieben.

Der zersetzte Theil besteht aus:

kohlensaurer	Kalkerde . . .	33,86
„	Eisenoxydul . .	1,89
„	Bittererde . .	1,92
„	Manganoxydul .	Spur
Thonerdesilikat	. . . . .	0,20
		37,87

Wir wollen zunächst diese gröbere Beimengung näher untersuchen. Wie schon bemerkt, sind in derselben zahlreiche organische Ueberreste enthalten; besonders zahlreich findet man weissschalige Steinkerne von *Foraminiferen*, wie solche in den benachbarten pliocänen Tertiärschichten vorkommen. Darunter machen sich besonders *Globigerinen* durch ihre Häufigkeit bemerkbar. Daneben sieht man kleine Fragmente von Muschelschalen, von *Echinodermen* u. s. w. Weder *Diatomeen* noch *Radiolarien* wurden angetroffen. Quarzklümpchen und Glauconitkörnchen sind als *Foraminiferenkerne* zu deuten. Um die Mineralbeimengungen von den begleitenden mergeligen Theilchen zu befreien, wurde die Masse, wie erwähnt, mit Salzsäure behandelt. In dem zurückbleibenden Reste konnten nur Quarzkörner, Glimmerblättchen und undurchsichtige Thonbrocken deutlicher unterschieden werden. Weder Augit noch Feldspaththeilchen liessen sich i. p. L. auffinden.

Der gesonderte feine Schlamm, der 66,74 % des ausgelaugten Materials ausmacht, wurde gesondert weiter untersucht. Beim Behandeln mit stark verdünnter Salzsäure brauste derselbe lebhaft, indem sich die darin enthaltenen Karbonate zersetzten.

Digitized by Google

In dem bei 100° C. getrockneten Feinschlamm fand ich durch verdünnte Salzsäure zersetzbar 27,095 % und zwar

kohlensaure	Kalkerde . .	22,325
„	Eisenoxydul .	2,314
„	Manganoxydul .	0,154
„	Bittererde . .	1,992
Thonsilikat		0,210
		27,095

Der unzersetzte Rest enthält:

Kieselerde	68,50
Thonerde . . . . Eisenoxyd	20,56
Kalkerde	Spuren
Bittererde	0,82
Kali . . . . Natron	3,55
Wasser	6,69
Summe	99,56

Unter dem Mikroscop verhält sich dieser Rest, ähnlich wie jene der süditalienischen Schlammassen. Neben feinen Quarzkörnchen bemerkt man Glimmerblättchen, opake Thonklümpchen, trüebe, durch organische Materie gefärbte Knöllchen, welche Ausfüllungen von Foraminiferenkammern zu entsprechen scheinen und Thonflocken, während in der noch nicht mit Salzsäure behandelten Masse zahlreiche *Coccolithe* sichtbar sind. Fragmente von vulkanischen Mineralgemengtheilen oder von zertrümmertem vulkanischem Gestein, von Asche, Bimstein oder Lava sind nicht vorhanden.

Aus diesen Untersuchungen geht zur Genüge hervor, dass auch die Schlammmassen der Salsen, von welchen viele der äusseren Erscheinung nach von den sog. Schlammvulkanen nicht verschieden sind, im nördlichen Italien nur aus aufgeweichtem Thon

und Mergel der zunächst benachbarten und im Untergrunde vorhandenen tertiären Schichtgesteinen der tortonischen und astischen Stufen bestehen. Von einer Betheiligung vulkanischer Produkte an der Zusammensetzung des durch Gasexhalationen emporgehobenen und z. Th. ausgestossenen Materials ist nichts wahrzunehmen.

Gleichwohl berechtigen diese Beobachtungen noch keineswegs zu dem Schlusse, dass, wenn auch die sog. Schlammvulkane Italiens wenigstens in ihrer Eruptionsmasse keine vulkanischen Produkte zu Tage fördern, nicht in andern Gegenden ein direkte Betheiligung der letzteren an der Bildung der Schlammmasse stattfinden könne. In dieser Beziehung verdienen vor allem die durch die klassischen Arbeiten Abich's so genau bekannt gewordenen Schlammvulkane der Umgegend des caspischen Meeres umsomehr der Beachtung, als Abich [22]), bei der Untersuchung der Schlammmassen aus diesen Länderstrichen zur Annahme gelangte, dass sie in gewissen Theil — in einer mineralogischen Grundsubstanz — eine Trachytporphyr-artige Zusammensetzung besitzen und aus einer Umbildung vulkanischen Gesteins hervorgegangen seien. Die Eruptionsmasse des Schlammvulkans von Kumani ist nach ihm z. B. zusammengesetzt aus:

1)	kohlensaure Erden und Salze	14,76 %
2)	Palagonit-Substanz . . .	37,22 „
3)	Trachytporphyr-Substanz .	47,88 „

Es schien daher von sehr grosser Wichtigkeit, gerade diese Schlammmassen mit den soeben beschriebenen in Vergleich ziehen zu können.

Durch die zuvorkommende Freundlichkeit des geehrten Forschers bin ich in die angenehme Lage versetzt worden,

22) Ueber e. im caspischen Meere erschienene Insel, Mém. de l'Acad. d. scienc. d. St. Petersbourg VII. Sér. Bd. VI. S. 75 u. 111.

Digitized by Google

von denselben Schlammmassen des Schlammvulkans von Kumani sowie von anderen Vorkommnissen der caspischen Region Untersuchungsmaterial zu erhalten. Für diese Förderung meiner vergleichenden Beobachtungen über diesen Gegenstand fühle ich mich dem gelehrten Geologen im höchsten Grade verpflichtet.

Schlammmasse des Schlammvulkans von Kumani.

Bezüglich der näheren Umstände und geologischen Verhältnisse, unter welchen dieses Material zu Tage gefördert wurde, darf ich hier auf die ebenso erschöpfende, wie gründliche Schilderung Abich's selbst (a. a. O. S. 7 u. fdd.) verweisen. Nur zur ganz allgemeinen Orientirung sei erwähnt, dass im Mai 1861 eine neue Insel unfern Baku auftauchte und Schlammausbrüche mit Gasexhalationen zeigte, wie sie so häufig in dem benachbarten Festlande vorkommen. Das Gerippe der Insel bestand aus Tertiärgestein, wie es in den benachbarten Küsten auftritt, aber dasselbe bildete nur ein Trümmerhaufwerk, über welches ein zähflüssiger, oben erhärteter, in der Tiefe noch weicher, eruptiver Thonschlamm sich ausbreitete. Nach kurzem Bestande versank die Insel wieder.

Dieser Eruptivschlamm ist trocken genau von dem Aussehen und der Beschaffenheit desjenigen der italienischen Schlammvulkane. In Wasser leicht erweichend verwandelt er sich in einen zähen Thonteig und giebt an das Wasser lösliche Salze ab, die an Menge indess unbeträchtlich (0,679 %) sind und bei der geringen zur Verfügung stehenden Menge des Materials nicht sehr genau bestimmt werden konnten. Es herrscht darin schwefelsaures Natron vor (0,510), dazu kommt Chlornatrium (0,098) und schwefelsaures Kali (0,071), Chlornatron und schwefelsaure Salze gleichfalls darin vor.

Digitized by Google

Die ausgelaugte Schlammmasse als Ganzes ist nach der Analyse von Ass. Ad. Schwager (I), welche jener von Abich (II) des Vergleichs wegen beigesetzt ist, zusammengesetzt aus:

	I	II
Kieselsäure . . .	54,53	53,26
Thonerde . . .	20,76	12,93
Eisenoxyd . .	4,69	4,63
Eisenoxydul .		2,10
Manganoxydul .	—	0,14
Kalkerde . . .	6,34	6,79
Bitterede . . .	2,10	3,48
Kali	1,35	2,03
Natron	1,34	3,42
Kohlensäure . .	6,46	6,33
Chlor	—	0,10
Schwefelsäure . .	—	0,24
Wasser	2,80	4,60
	100,37	100,05

Trotz einiger Differenzen, welche vermuthlich von dem verschiedenen Grad, bei welchem die Masse getrocknet wurde, und von verschiedenen Trennungs- und Berechnungs-Methoden herrühren mögen, ist so viel aus diesen Analysen zu ersehen, dass es wesentlich dieselbe Substanz ist, mit welcher die Untersuchung vorgenommen wurde.

Wir verfolgen zunächst die chemische Analyse weiter:

Durch sehr verdünnte Säuren (Essigsäure) lassen sich die Karbonate wegnehmen. Sie betragen 11,67 %

	nach Schwager	nach Abich
Kohlensaure Kalkerde .	8,91	10,60 %
„ Bittererde .	1,76	3,50 „
	10,57	

Durch die Behandlung der übrigbleibenden Masse mit

Digitized by Google

concentrirter Salzsäure zersetzt sich ein Gemengtheil von 26,50 %, aus:

		nach Abich aus
Kieselerde . . .	35,61	42,02
Thonerde . . .	22,23	16,48
Eisenoxyd . . .	16,12	10,65
Eisenoxydul . .	—	5,03
Manganoxydul .	—	0,37
Kalkerde . . .	4,87	2,56
Bittererde . . .	5.19	4,53
Kali	1,29	2,14
Natron	3,32	3,86
Wasser	11,80	12,36
	100,43	99,94

Die Differenzen dieser Analysen beruhen wohl auf der Anwendung verschieden starker Säure und verschieden langer Behandlung. Abich zieht aus diesem Ergebniss der Analyse den Schluss, indem er den durch Salzsäure zersetzbaren Antheil als eine einheitliche Substanz ansieht, dass dieser Bestandtheil dem Palagonit entspreche. Ich kann dieser Annahme nicht beipflichten.

Schalten wir hier zunächst einige Resultate der optischen mikroscopischen Untersuchung ein und zwar des ursprünglichen Materials und nach der Wegnahme der Karbonate durch sehr verdünnte Säure. Betrachtet man zunächst das Material im Ganzen unter dem Mikroscop, so nimmt man neben der Hauptmasse undurchsichtiger, feinkörniger Flocken und Klümpchen, wie sie allen Thonmassen eigen sind, Sandkörnchen, Glimmerschüppchen, Kalkspathstückchen, kleine Schwefelkieskryställchen, Glauconitkörnchen und zwar sehr spärliche, aber doch deutlich kenntliche *Coccolithen* wahr. Sie könnten natürlich ebenso gut, wie die Kalkspathsplitterchen und Glauconitkörnchen aus dem aufgelockerten Tertiärgestein des Unter-

Digitized by Google

grundes stammen und sich nur spärlich, wie Abich wohl annimmt, sekundär den Palagonitmassen beigemengt haben. Denn die Karbonate stammen unter keinen Umständen aus dem vulkanischen Material.

Nach der Behandlung mit verdünnter Säure und Hinwegnahme der Karbonaten (auch der *Coccolithen*) zeigt der Rückstand des Schlamms keine wesentlich veränderte Zusammensetzung. Ich habe mit grosser Aufmerksamkeit das Material u. d. M. in Bezug auf die An- und Abwesenheit von palagonitartigen Beimengungen unter vergleichender Untersuchung typischer Palagonittuffe beobachtet, ohne auch nur verdächtige Fragmente wahrzunehmen. Splitterchen von Feldspath kommen zwar vor, wie solche übrigens auch in den dem Schlamm beigemengten Bruckstücken tertiärer Schichten aufzutreten pflegen. Da überdiess der durch starke Salzsäure zersetzbare Antheil seiner Zusammensetzung nach nicht wesentlich abweicht von jenem des durch Salzsäure zerlegbaren Theils mancher offenbar sedimentärer Thonmassen, bei denen von einer Beimengung vulkanischer Produkte nicht die Rede sein kann und auch keine Spur der letzten optisch nachweisbar sind, so scheint es naturgemässer, auch bei dem Schlamm von Kumani den durch starke Salzsäure zerlegbaren Gemengtheil einem wasserhaltigen Thonerdesilikate zuzuschreiben, das allerdings mineralogisch noch nicht genau festgestellt ist, aber wohl in fast allen sedimentären Thonarten wiederkehrt und dadurch eine gewisse Selbstständigkeit gewinnt. Man könnte an eine Zeolith-ähnliche Substanz denken.

Der durch Schwefelsäure zerlegbare Antheil ist mineralogisch gleichfalls noch undefinirt; aber auch hier dürfte die Beständigkeit des Auftretens ähnlich zusammengesetzter, blättriger Schuppen in fast allen sedimentären Thongesteinen auf einen bestimmten, vielleicht Glimmer-ähnlichen Bestandtheil hindeuten. Die mikroskopische Untersuchung vor und

Digitized by Google

nach der Einwirkung der Schwefelsäure giebt jetzt noch keine genügende Auskunft hierüber. Der durch Schwefelsäure zersetzbare Theil (44,50 %) besteht aus

SiO_2 . . .	5.84
Al_2O_3 . . .	28,70
Fe_2O_3 . . .	5,68
CaO . . .	0,51
MgO . . .	1,23
Ka_2O . . .	3,20
Na_2O . . .	1,49
Wasser . .	4,53
Summe	100,65

Endlich der Rest enthält:

Kieselsäure	85,79
Thonerde	7,82
Eisenoxyd	0,32
Kalkerde	0,42
Kali	2,20
Natron . . , . . .	2,75
	99,30

Der letzte Rest, der noch nach der Einwirkung der Schwefelsäure bleibt, enthält nachweislich viele Quarztheilchen. Dazu kommen noch unzersetzt gebliebene Thonbröckchen und einzelne Feldspathkörner, welch' letztere mikroskopisch sich zu erkennen geben.

Von grossem Vergleichswerthe ist die Untersuchung der im Eruptivschlamm von Kumani eingeschlossenen, festeren Gesteinsstücke, welche, wie vorher erwähnt, als Trümmer gleichsam schwimmend in den fliessenden Schlamm eingewickelt sind.

Der röthlich graue Thon, der manchem Argilla scaliose aus dem Apennin ähnlich ist, lässt sich zerlegen in:

I. 11,0 % Karbonate (hauptsächlich Kalk),

II. 26,5 „ in starker Salzsäure zerlegbare Theile

Digitized by Google

III. 44,5 „ in Schwefelsäure zerlegbare Theile,
IV. 18,0 „ rückständigen Rest.

Die Analyse dieser Theile ergab als Bestandtheile:

	Bauschanalyse	II mit Salzsäure	III mit Schwefelsäure	IV Rest
Kieselsäure .	50,56	35,61	54,12	93,39
Thonerde .	15,10	22,23	25,45	4,02
Eisenoxyd .	8,30	16,12	6,36	0,40
Kalkerde .	6,09	0,41	0,27	—
Bittererde .	3,16	9,19	2,02	—
Kali . . .	2,71	1,29	5,42	1,14
Natron . .	1,20	3,32	0,99	0,99
Kohlensäure	4,84	—	—	—
Wasser . .	6,47	11,80	—	—
	98,43	99,97	100,09	99,94

Indem man diese Zahlen mit jenen vergleicht, welche bei dem Eruptivschlamm von Kumani erhalten wurden, so ergibt sich zwar keine absolute Uebereinstimmung, aber doch eine solche Aehnlichkeit, dass sich die Enstehung des Schlamms aus der Auflockerung der auf ähnliche Weise, wie der feste Thon, zusammengesetzten tertiären Schichtgesteinen ungezwungen ableiten lässt.

Dieses wird auch durch die optisch mikroskopische Analyse bestätigt. Die durch Auflockerung des thonigen Gesteins erhaltene Masse verhält sich in den verschiedenen Stadien der Einwirkung von Säuren in ganz gleicher Weise, wie der Eruptivschlamm, nur dass in dem letzten Reste deutlich die Quarzkörnchen häufiger vorkommen. Es ist besonders hervorzuheben, dass auch in dieser in Wasser erweichten und zerdrückten Thonmasse nicht mehr und nicht weniger Spuren von Beimengungen vulkanischen Ursprungs oder von Mineralien aus Trachyt getroffen wurden, als solche in dem Eruptivschlamm von Kumani etwa sich annehmen liessen. Dabei darf daran erinnert werden, dass

Digitized by Google

in dem jetzt noch in der Tiefsee sich ablagernden rothen Thon [23]) vielfach Splitter von Sanidin, Augit, Hornblende, Olivin und Magneteisen angetroffen werden, die von vulkanischen Ausbrüchen weit verschwemmt worden sind.

Eine zweite Probe von Eruptivschlamm, welche ich der Güte des Hrn. Abich aus den caspischen Gegenden verdanke, stammt von den jüngeren Schlammströmen der Insel Bulla. Auch über das Einzelne der Verhältnisse, welche sich mit den Eruptionen der Schlammvulkane dieser Insel verbunden zeigen, finden sich die ausführlichsten Schilderungen in Abich's interessantem Bericht (a. a. O. S. 19 u. flg.) Das Ganze dieser Art der Auswurfserscheinungen und Gasausströmungen gleicht so sehr dem bei dem Schlammvulkan von Macaluba beschriebenen, dass man nahezu die eine für die andere setzen könnte. Auch auf der Insel Bulla bildet dislocirtes, thoniges, tertiäres Trümmergestein den Untergrund, auf dem sich 2 — 2½ m hohe spitze Auswurfskegel erheben. Aus ihnen werden in Zwischenräumen Gase und Thonschlamm ausgestossen, wobei sich ein Geruch nach Naphta und Schwefelkohlenstoff (?) bemerkbar macht.

Die Schlammmasse von Bulla lässt sich abgesehen von einem geringen Gehalt an in Wasser löslichen schwefelsauren und Chlor-Salzen zerlegen in

I.	13,36 %	Karbonate (von Kalk-Bittererde und etwas Eisenoxydul),
II.	14,44 „	in starke Salzsäure zersetzbaren Theilen,
III.	72,20 „	im Rückstand bleibenden Restantheil.
	100,00	

23) Voyage of the Challenger, The Atlantic Vol. II p. 379 u. fdd.

Digitized by Google

Die Bauschanalyse ergab als Zusammensetzung:

Kieselerde	53,36
Thonerde	17,26
Eisenoxyd	3,76
Kalkerde	6,70
Bittererde	1,37
Kali	2,72
Natron	2,32
Kohlensäure	6,01
Wasser	6,56
	100,06

Ein Vergleich mit der Zusammensetzung des Schlamms von Kumani und des in diesem eingehüllten thonigen Gesteins lässt erkennen, dass eine Uebereinstimmung herrscht, wie sie sich bei so vielfach vermengten Gesteinsmassen kaum grösser erwarten lässt. Es ist auch hier die grosse Aehnlichkeit mit der Zusammensetzung der tertiären Ablagerungen von grossem Gewichte.

Bei der Untersuchung unter dem Mikroskop lassen sich, abgesehen von gröberen festen Mergelstückchen, Quarz-, Gyps- und Glauconit-Körnchen, sowie von Glimmerblättchen, Schwefelkies, Magneteisenstückchen und deutlich auch wieder *Coccolithe* erkennen, die allerdings nur spärlich beigemengt sind. *Foraminiferen* und sonstige kleinste organische Ueberreste fehlen auch in diesem Schlamme.

Nach der Behandlung mit Salzsäure lassen sich einzelne Körnchen deutlicher unterscheiden, die eine optische Reaktion auf Feldspath geben. Sehr vereinzelt kommen ausserdem bräunlich gelbe Splitterchen vor, die auf Augit bezogen werden können.

Die durch Salzsäure zerlegten (II) und die Resttheile (III) sind zusammengesetzt aus:

Digitized by Google

	II	III
Kieselerde . .	31,25	67,67
Thonerde . . .	29,44	18,06
Eisenoxyd . .	12,35	2,74
Kalkerde . . .	—	0,09
Bittererde . .	4,23	0,05
Kali	1,45	3,47
Natron . . .	6,11	1,99
Wasser . . .	15,29	6,03
	100,12	100,04

Der in Salzsäure zersetzbare Antheil zeigt weniger Uebereinstimmung mit den vorausgehenden Proben, doch ist eine gewisse Analogie auch hierbei nicht ganz zu verkennen. Es muss in dieser Beziehung im Allgemeinen bemerkt werden, dass die durch die Behandlung mit der Säure gewonnenen Theilanalysen an sich wenig Uebereinstimmung erwarten lassen, weil die Zersetzbarkeit je nach der Stärke der Säure, der bei der Behandlung in Anwendung gebrachten Temperatur und besonders nach der Dauer der Einwirkung immer einer gewissen Schwankung unterliegt. Es gilt dies auch bei der Anwendung der Schwefelsäure, welche auch bei dieser Probe versucht wurde, ohne die Wirkung quantitativ auszuscheiden. Hierbei erlitten einzelne vorher unangegriffene Körnchen eine theilweise Zersetzung, sie wurden weiss und undurchsichtig, ohne jedoch sich in Kalilauge zu lösen. Es dürften diese Körnchen wohl als Feldspath, vielleicht als Labrador anzusehen sein. Die Glimmerblättchen erliegen einer völligen Zersetzung. Im Ganzen scheint mir nicht zweifelhaft, dass auch diese Schlammmasse nicht aus vulkanischem Zerreibsel besteht, sondern, wie jene in Italien, aus erweichtem thonig-mergeligem Tertiärgestein sich gebildet hat.

Es steht uns ferner aus der caspischen Schlammvulkanen-Region eine chemische Analyse zum Vergleiche

bereit, welche C John[24]) mit der Schlammmasse von Mese-Ser (Sygilpyriy Abich's) bei Baku vorgenommen hat. Die Zusammensetzung ist folgende:

Kieselsäure . . .	70,64	81,90 % in Salzsäure unlöslich
Thonerde	6,96	
Eisenoxyd	2,13	
Kalkerde	0,49	
Bittererde	0,29	
Alkalien und Verlust	1,39	
Eisenoxyd	5,75	
Thonerde	2,55	
Kohlensaure Kalkerde	5,23	
„ Bittererde	1,04	
Verlust, Alkalien etc.	3,53	
	100,00	

Diese Zusammensetzung zeichnet sich durch den relativ hohen Gehalt an Kieselsäure aus, welcher den der übrigen bis jetzt untersuchten Schlammmassen weit übersteigt und daher auf ganz besondere Umstände hinzuweisen scheint, unter deren Herrschaft der Schlammvulkan von Mese-Ser steht. Vielleicht, dass vorherrschend sandige Tertiärschichten das Material zu diesem Schlamm geliefert haben. Dass sehr sandige tertiäre Schichtgesteine in dortiger Gegend vorkommen, beweisen die Stückchen, welche ich gleickfalls durch die Güte des Hrn. Staatsrath Abich erhielt. Doch scheinen thonig-mergelige Bildungen auch hier vorzuherrschen.

Zwei Gesteinsproben aus den Schichtenreihen, welche die Basis des höchsten Schlammvulkans des Kaukasusgebiets, des Toragai[25]), bilden und in tiefen Schluchten an dessen Fusse zu Tag treten, gleichen dem äusseren Aussehen nach

24) Jahrb. d. k k. geolog. Reichsanstalt in Wien 1877 Bd. XXVII. S. 437.

25) Siehe Abich a. a. O. S. 26 u. 87.

Digitized by Google

die eine unserm festeren Flyschmergel (A), die andere dem Flyschmergelschiefer (B). Beide Proben wurden der Analyse unterzogen und erwiesen sich anstehend aus:

	A	B
I. Karbonaten	24,07 %	35,52 %
II. In Salzsäure zersetzbar	14,03 „	15,68 „
III. Rest	61,90 „	48,80 „
	100,00 %	100,00 %

Weiter bestehen diese Gesteine im Ganzen dann in dem Antheile II und III aus:

	Im Ganzen		In ClH zersetzbar		Restantheil	
	A	B	A II	B II	A III	B III
Kieselsäure	39,50	40,22	23,71	14,75	58,58	77,45
Thonerde	20,50	13,94	37,85	46,34	24,51	12,98
Eisenoxyd	3,25	1,36	10,35	3,01	3,12	1,86
Kalkerde	14,20	15,24	0,14	—	0,35	0,34
Bittererde	0,96	4,35	4,99	—	0,13	0,49
Kali	2,89	1,41	1,50	1,51	4,32	2,32
Natron	1,45	1,65	4,14	4,20	1,50	1,88
Kohlensäure	10,95	16,35	—	—	—	—
Wasser	6,05	6,11	15,64	30,06	6,21	2,36
	99,75	100,63	98,32	99,88	98,72	99,60

Diese Gesteine lassen sich unter die an Karbonaten ärmeren Mergelgesteine einreihen, wie solche auch in der Flyschregion vorzukommen pflegen, obwohl die letzteren durchschnittlich entweder kalkreicher sind oder aber entschieden Sandsteinbildungen entsprechen.

Eine schon dem äusseren Aussehen nach tuffige Gesteinsprobe von gleicher Lokalität bildet nach Abich Zwischenlagen in ähnlichem Mergelschiefer. Bei Behandeln mit Salzsäure braust die Masse ziemlich lebhaft

Digitized by Google

und es zersetzt sich neben einem an Eisenoxydul reichen Kalkkarbonat noch eine Zeolith-ähnliche Beimengung. Im Rückstand verbleibt eine körnige Masse mit zahlreichen Quarzkörnchen, vielen Splittern von Feldspath und mit deutlich dichroitischen braunen Fragmenten, welche zum Augit zu gehören scheinen und Magneteisentheilchen umschliessen. Es ist diess ein offenbar aus vulkanischem Tuff oder durch niedergefallene vulkanische Asche entstandenes Sedimentgebilde.

Noch bestimmter erweist sich die Einlagerung von Zwischenlagen vulkanischen Ursprungs an einer weissen, leicht zerreiblichen mehlartigen Masse, welche Abich [26]) als Tuff vom Abhange des Schlammvulkans Toragai beschreibt. Die mir gütigst überschickte Probe verhält sich unter dem Mikroskop ganz genau so, wie vulkanische Asche und gleicht in auffallender Weise dem von mir untersuchten vulkanischen Flugstaub [27]), welcher von Island her über ein Theil der skandinavischen Halbinsel sich verbreitete. Zerriebenem Bimsstein ähnlich bilden glasartighelle Splitter und fadenförmige Bruchstücke, welche selten dunkle Punkte, häufig dagegen Luftbläschen enthalten und jene eigenthümliche Streifchen erkennen lassen, wie sie bei allen geflossenen Laven vorkommen, fast ausschliesslich die staubartig feinen Theilchen dieser Gesteinssubstanz. In der mir vorliegenden Probe konnte ich weder Glimmerblättchen, noch Hornblende oder Augit beobachten. I. p. L. erweisen sich alle Theile als glasartig-amorph, sehr vereinzelt erscheinen hier und da kleinste doppelt brechende Pünktchen ohne deutliche Umrisse, welche gegen die Hauptmasse verschwindend gering erscheinen. Nach diesem Verhalten entspricht die Masse einer vulkanischen Asche.

---

26) A. A. O. S. 87 u. fdd.
27) Ausland 1875 Nr. 24 S. 466.

Digitized by Google

Abich theilt das Resultat seiner Analyse dieser Masse mit, welche folgende Zusammensetzung nachweist:

Kieselerde	65,21
Thonerde	15,95
Eisenoxyd	2,29
Kalkerde	1,53
Bittererde	2,17
Kali	1,70
Natron	4,55
Chlor	0,25
Wasser	5,87
	99,52

Abich vergleicht diesen Tuff (vulkanische Asche) mit dem von Karbonaten und in Wasser löslichen Salzen getrennten Antheil des Schlamms von Kumani und als nach gleichen Verhältnissen zusammengesetzt. Demgemäss nimmt er darin eine Vermengung

von 18,65 % Palagonit-Substanz
und 81,35 „ Trachytporphyr-Substanz an.

Das Verhalten unter dem Mikroskop lässt jedoch eine Mengung verschiedener Substanzen darin nicht wahrnehmen. Am nächsten kommt nach Zusammensetzung und Beschaffenheit diesem Tuff von Torofai das schlackige Auswurfsmaterial von Santorin. Diese Masse von Torogai dürfte daher wohl gemäss ihrer Einlagerung zwischen tertiärem Schichtgestein als ein Absatz vulkanischer Asche anzusehen zu sein, welche zwar das Bestehen vulkanischer Thätigkeit in der Nachbarschaft während der Bildung des tertiären Schichtgesteins beweist, aber ausser aller Beziehung zu der Erscheinung der Schlammvulkane selbst steht.

Leider ist mir zur Zeit kein Material der zahlreichen, aus anderen Gegenden bekannten Schlammvulkane zur Verfügung gestellt. Soweit aber die Schilderungen erkennen lassen, herrschen bei den meisten ganz ähnliche

Digitized by Google

Verhältnisse, wie wir solche bei den Schlammvulkanen Italiens und der caspischen Region so eben kennen gelernt haben.

Bekannt sind die zahlreichen Schlammvulkane der Halbinsel Taman zwischen schwarzem und asow'schem Meere und bei Kertsch der Krim. Aus zahlreichen kleinen Kegeln erfolgen hier häufig Schlamm- und Gas-Eruptionen. Der ausgeworfene Schlamm [28]) wird als eine blaugraue thonige Masse untermengt mit Fragmenten von schiefrigem Thon, feinkörnigem Sandstein und Naphta geschildert, während die ausströmenden Gase wesentlich aus Kohlenwasserstoff bestehen soll. Wir dürfen darin unbedenklich die gleiche Beschaffenheit voraussetzen, wie in dem Schlamm des caspischen Meeres.

In tieferem Binnenlande kommt, soviel bekannt, eine Art Schlammvulkan mit periodenweise eintretenden Schlammauswürfen und Gasexhalationen in Siebenbürgen [29]) im sog. Höllenmorast (Pokolsár) in Kovasna, N. von Kronstadt vor. Auch hier tritt salzhaltiges Wasser mit auf und es scheinen selbst bituminöse Beimengungen nicht ganz zu fehlen. Dass es sich hier um vulkanische Eruptionen nicht handeln kann, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Um gleich hier die europäischen Vorkommnisse noch weiter anzuführen, sei erwähnt, dass auch auf Island, dem Land der Eruptionen, Schlammvulkane auftreten. Der

---

28) Abrinzkji, Nov. Ann. de Voyage II. 129 u. Erdmann's Arch. XIV. 68: Engelhardt u. Parrot, Reise in die Krym. I. T. 71; Verneuil in Mém. d. l. soc. geolog. III. p. 4 u. Huot, Voyage d. l Russie merid. II 569; Abich, Geol. d. Halbinsel Kertsch u. Taman in Mem. d. l'Ac. d. St. Petersbourg 1860.

29) v. Hauer und Stache. Geol. von Siebenbürgen S. 287 und v. Hauer Geologie 4. Aufl. S. 89.

Digitized by Google

Schilderung W. Watt's [30]) ist zu entnehmen, dass in der Nähe des Krafla (Krabla) und des Myvatn (Mückensee) der Namafjöl einen Zug von Solfataren beherbergt, und dass hier das Tuffgestein zu Thon zersetzt, und mit mehlartigem Schwefel vermengt ist. Heisses Wasser und zischende Dampfstrahlen dringen auf Spalten reichlich hervor. Auf der Gegenseite dieses Höhenzugs nun finden sich Schlammvulkane in Form von kesselförmigen Vertiefungen, die mit blaugrauem, oft sehr zähem Thon erfüllt sind. Durch Gase wird derselbe in kochende Bewegung versetzt und stossweise hoch in die Luft geschleudert. Aehnliche, jetzt nicht mehr thätige Kessel, welche theilweise zerstört sind, zeigen von der grossen Verbreitung dieser Eruptionserscheinungen auf Island. Es scheint diess ein Beispiel zu sein, dass auch aufgelockertes und theilweise zersetztes, durch Vermengung mit Wasser zu einem thonigen Schlamm umgewandeltes vulkanisches Material, wie in den bisher beschriebenen Fällen, mergeliges Schichtgestein, die Masse zu liefern vermag, aus welchem der Eruptivschlamm gewisser Schlammvulkane bestehen kann. Möglicher Weise sind aber auch hier tertiäre Ablagerungen betheiligt, welche, wie bekannt, auch auf Island nicht fehlen. Es lässt sich nur aus der näheren Untersuchung der Schlammmasse selbst, die mir leider nicht zur Verfügung stehen, mit Sicherheit ermitteln, welcher Fall hier vorliegt.

Sehen wir uns nun weiter nach Schlammvulkanen in anderen Landstrichen um, so ist zunächst Hinterindien zu erwähnen, welches auf der Insel Cheduba [31]) an dem Küstenstrich Arrakan an der Ostseite der Bai von Bengalen dieselben Erscheinungen aufzuweisen hat, wie die caspischen Länder und Italien. Kleine bis Meter hohe Kegelerheb-

30) W. Watts, Across the Valma- Jokull, or Scenes in Iseland. 1877.

31) Halsted, in The Edinb. new philos. Jorn. 1852 V. LII. p. 349.

Digitized by Google

ungen sind hier häufig zu finden, welche besonders heftig bei Regenwetter Schlamm, heisses Wasser und Gase ausstossen. Die letzteren können entzündet werden und scheinen demgemäss hauptsächlich aus Kohlenwasserstoff zu bestehen, was um so wahrscheinlicher ist, als in der Nähe wirkliche Naphtaquellen bekannt sind. Auch in diesem Falle ist eine direkte Betheiligung vulkanischer Erscheinungen nicht nachweisbar. Weiter erwähnt Férussac [32]) in Birma bei Dembo 12 kleine Schlammvulkane von 6—7 m Höhe und Vertiefungen von 2—3 m im Umfang, aus denen blaugrauer Thonschlamn unter Ausströmen von dunkel gefärbten Gasen ausgeworfen wird. Salzquellen und Naphta stehen damit in Verbindung.

Hieran schliessen sich die von Juhnhuhn [33]) ausführlich beschriebenen Schlammvulkane Java's, welche z. Th. als blosse Schlammtümpel und Gasquellen anzusehen sind, wie der kesselförmige Sumpf Danu, Tji-Ujah, und die Schlammquellen auf Pulu-Semao, Pulu-Kambing und Pulu-Roti. Berühmt sind die ächten Schlammvulkane von Kuwu und Mendang-Rawasan, welche ausserhalb des vulkanischen Gebiets in Ebenen auf Alluvialboden zwischen aus tertiärem Mergel- und Kalk-Gestein bestehenden niederen Hügeln und in der Nähe des sich von selbst entzündenden ewigen Feuers Merapi liegen. Ausser dem bleigrauen Thonschlamm und den Gasexhalationen, die oft ein blasenähnliches Aufblähen des Schlamms und endlich ein unter dumpfem Knall erfolgendes Platzen der Blase bewirken, strömt hier auch Erdöl hervor. Bemerkenswerth ist besonders, dass das mit ausfliessende Wasser reich genug an Kochsalz und auch an Jod-Bromsalzen ist, um zur Darstellung von Kochsalz benützt zu werden. Nach der Untersuchung Ehrenbergs [34])

32) Bulletin del. soc, geol. de France T. VIII p. 6.

33) Juhnhuhn, Java II, S. 5; 145; 272, 790; 795, 854 XI.

34) Monatsbericht d. Acad. d. Wiss. in Berlin 2855 S. 570.

Digitized by Google

enthält der Kuwuschlamm *Foraminiferen* und andere kleinste organische Ueberreste und ähnelt auch in dieser Beziehung den italienischen Vorkommnissen. Alle diese Verhältnisse deuten auch bei diesen Schlammmassen auf eine ähnliche Beschaffenheit hin, wie wir sie bisher kennen gelernt haben. Andere Schlammvulkane Javas, wie jene bei Pulungan und Kalanganjar liegen nahe am Meere auf dem allmählig aus diesem emporgehobenen alluvialen Küstenstriche und bilden bis gegen 10 m hohe kegelförmige, aus der verhärteten thonigen Schlammmasse entstandene Hügel mit Gasausströmungen und Schlammeruptionen, wie bei den vorigen. Juhnhuhn scheint nicht geneigt, diese Erscheinungen in direkt ursächlichen Zusammenhang mit der vulkanischen Thätigkeit zu bringen, welche auf Java in so reichem Maasse entwickelt ist.

Auch Amerika hat seine Schlammvulkane. Die berühmtesten sind die schon von Al. v. Humboldt[35]) trefflich beschriebenen sog. Volcanitos von Turbaco in Neu-Granada. Neuerdings hat Herm. Karsten[36]) diese und die Schlammvulkane von Zamba untersucht und beschrieben. Nach ihm liegen diese nur wenig über die Oberfläche aufragende, von einem Ringe verhärteten Thones gebildete „Volcanitos" im Gebiete tertiärer und jüngster Ablagerungen und sind eigentlich nur Gasquellen, in welchen das umgebende thonige Gestein durch die Einwirkung des Wassers in einen Brei verwandelt wird. Dieser Thonschlamm fliesst über und bildet, indem er austrocknet, die kleinen Erhöhungen. Das ausströmende Gas besteht aus atmosphärischer Luft, Kohlenwasserstoff mit Spuren von Kohlensäure, das Wasser enthält ohne höhere Temperatur zu zeigen, Salz in Lösung. Vauvert de Méan[37]), welcher später

35) Reise in die Aquinoctial-Gegenden Bd. VI. b. S. 105.

36) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1852. IV. S. 581.

37) Compt. rendu, XXXVIII. p. 765.

Digitized by Google

diese Salze untersucht hat, fand solche zusammengesetzt aus Seesalz, kohlensaurem Natron und Kalkerde, schwefelsaurem Natron, Ammoniak-, Bor- und Jod-haltigen Salzen vermengt mit einer organischen Materie. Grossartige Senkungen scheinen mit dem Vorkommen dieser Volcanitos in Verbindung zu stehen. Gleichwohl ist Karsten geneigt, diese Erscheinungen nicht als vulkanische aufzufassen, indem er auf die reichen Asphaltablagerungen und die Steinsalzlagen der Nachbargebirge hinweist.

Auch dem Schlamm von Turbaco fand Ehrenberg [38]) *Foraminiferen* und andere kleinste organische Theile beigemengt.

Auf den angeschlossenen Antillen kehren ähnliche Bildungen wieder. Besonders ist es die dem Festlande zunächst liegende Insel Trinidad, auf welcher Schlammvulkane in Verbindung mit dem Vorkommen von Asphalt (Par-lake) und Benzolausflüssen bekannt sind. Die kaum mehr als ein Meter hohen Hügel liegen auf der SW.-Spitze der Insel und beherbergen gegen 45 m im Durchmesser weite Eintiefungen, welche von einem in kochender Bewegung befindlichen und blasenwerfenden Schlamm erfüllt sind.

Aus vielen anderen Gegenden der Erde werden ähnliche oder nahe verwandte Erscheinungen erwähnt, welche im grossen Ganzen nichts wesentlich Abweichendes bieten. Es genügt daher auf die vorausgehenden wenigen Beispiele hingewiesen zu haben.

Ich benützte diese Veranlassung hier einige allgemeine Bemerkungen einzuschalten.

Bei der Untersuchung dieser mergeligen und thonigen Gesteinsmassen und bei dem Nachforschen nach anderweitigen Beobachtungen und chemischen Analysen, welche

---

38) Monatsb. d. k. Acad. d. Wiss. in Berlin 1855 S. 570 ff.

Digitized by Google

zum Vergleiche benützt werden könnten, hat sich mir nämlich auf der einen Seite die Ueberzeugung aufgedrängt, dass diese Sedimentärgebilde keineswegs so ganz regellos zusammengesetzt sind, als es auf den ersten Blick scheinen könnte, dass vielmehr nach dem Alter derselben sich eine gewisse eigenthümliche Zusammensetzung herauszustellen scheint. Auf der anderen Seite ergab sich aber, dass die Resultate der bisher geführten Untersuchungen zu wechselseitigen Vergleichen weitaus der Mehrzahl nach als völlig unbrauchbar sich erweisen, weil fast jeder Beobachter sich verschiedener Methoden oder Manipulationen bedient hat, um zu den für ihn scheinbar genügenden Resultaten zu gelangen. Da aber derartige meist mühevolle Untersuchungen erst dann einen mehr als bloss subjektiven oder lokalen Werth erlangen, wenn sie mit anderen nach einheitlicher Methode ausgeführten Proben verglichen werden können, so leuchtet es von selbst ein, wie wünschenswerth eine Verständigung in Bezug auf den Modus dieser Art Gesteinsuntersuchung sei.

Da ich mich unterstützt von Ass. Ad. Schwager schon sehr lange mit derartigen Arbeiten beschäftige und erkannt zu haben glaube, worauf es hierbei besonders ankomme, so erlaube ich mir hier mit einem Vorschlage für eine allgemein anzuwendende Methode der Untersuchung thoniger Gesteine hervorzutreten, die ich Besserem gegenüber gerne bereit bin, umzuändern. Da es sich für genetisch-geologische Studien nicht darum handeln kann, die Zusammensetzung einer Gesteinsmasse im Ganzen wie solche etwa eine Bauschanalyse liefert, und wie es für gewisse technische Zwecke auch höchst wichtig sein mag, kennen zu lernen, so werden Bauschanalysen nur als Controlle benützt werden können. Zu unseren Zwecken führen nur Theilanalysen und zwar nur solche, bei welchen chemische und optisch mikroskopische gleich-

Digitized by Google

heitlich mit einander Hand in Hand gehend durchgeführt werden.

Es lässt sich etwa folgender stufenmässiger Gang einhalten.

I. Untersuchung.

Die kochhitztrockne d. h. bei 100 — 105° C. längere Zeit aufbewahrte Substanz wird zuerst chemisch darauf geprüft, ob dieselbe in Wasser lösliche Salze enthält und welche Zusammensetzung diese Salze haben. In vielen Fällen, namentlich bei älteren Gesteinsarten kann man von dieser Probe Umgang nehmen.

Optisch erstreckt sich die erste Untersuchung auf den Nachweis organischer Beimengen, namentlich der meist mikroskopischen *Foraminiferen*, *Radiolarien*, *Diatomeen* und *Coccolithen.* Zugleich wird auch die Anwesenheit kleiner Mineraltheile wie Feldspath, Quarz, Glimmer, Hornblende, Augit, Kalkspath, Gyps, Magneteisen, Schwefelkies, Glauconit etc. etc. mit Anwendung der zur Unterscheidung dieser Mineralien dienlichen Hilfsmittel festzustellen gesucht.

Bei dieser ersten Probe stellen sich nun bereits sehr wesentlich verschiedene Eigenschaften der thonigen Gesteine ein. Die einen zergehen in Wasser leicht zu einem Thonschlamm, die andern zerfallen im Wasser nur in kleine, nicht weiter sich lockernde Stückchen, die sich aber mit geringer Kraft zerdrücken und in einen Thonbrei verwandeln lassen. Die meisten älteren Thongesteine dagegen, der Schieferthon, Mergelschiefer, Steinmergel und Thonschiefer leisten der Einwirkung des Wassers Widerstand und müssen gewaltsam zerkleinert werden.

Nur bei der ersten Art, der in Wasser aufschlämmbaren Thone oder Mergel ist es zweckdienlich, etwa beigemengte gröbere etwa über 1 mm im Dm. grosse Fragmenten abzusondern und bei bemerkten Besonderheiten

Digitized by Google

dieselben für sich weiter zu untersuchen. Behufs Gewinnung und Bestimmung der eingeschlossenen organischen Ueberreste wird man sich besonderer Proben bedienen, aus denen man durch Abschlämmen die kleinen Versteinerungen gewinnt. Es ist nicht ohne Interesse, die bei diesem Schlämmprocess zurückbleibenden Mineraltheilchen gleichfalls einer mikroskopischen Prüfung zu unterziehen.

Bei manchen, durch Wasser nur theilweise erweichbaren Gesteinsarten gelingt es, durch sehr vorsichtiges Zerdrücken eine ähnliche schlämmbare Masse zu erhalten und auf organische Einschlüsse zu untersuchen. Viele solcher Proben kann man dadurch zum Zerfallen bringen, dass man sie in oftmaliger Wiederholung mit einer gesättigten Glaubersalzlösung kocht und alsdann austrocknen lässt, wobei das krystallisirende Salz die Thon- oder Mergel-Theilchen zersprengt. Auf diese Weise gelingt es oft, organische Einschlüsse zu isoliren, die man sonst nur durch Dünnschliffe entdecken kann.

Die härteren Gesteinsproben muss man ohne eine solche Scheidung in Arbeit nehmen. Schwierigkeiten ergeben sich bei dieser ersten Abtheilung der Untersuchung dadurch, dass die aufgeschlämmte thonige Masse fast immer, wenigstens beim Nachwaschen trüb durchs Filter geht. Man muss das etwas trübe Filtrat dann eindampfen, wobei der Thon eine zusammenhaltende Kruste bildet, und diese dann sorgfältig wieder mit Wasser übergiessen und auslaugen. Auch ist daran zu erinnern, dass man bei diesem ersten einfachen Auslaugen mit Wasser nur eine geringe Menge des etwa vorhandenen Gypses erhält. Legt man Gewicht darauf, diese Menge genau zu bestimmen, so wird man in einer gesonderten Probe eine Zersetzung desselben durch Kochen mit kohlensauren Alkalien zu bewirken suchen.

Digitized by Google

II. Untersuchung.

Die meisten Thonarten, sowie alle Mergelarten enthalten Karbonate von Kalkerde, Magnesia, Eisenoxydul und Manganoxydul; um sie zu entfernen ist eine zweite chemische Arbeit erforderlich. Zu diesem Zwecke unterwirft man beiläufig 10 g dauernd bei 100° C getrockneter Substanz der Einwirkung einer sehr verdünnten Salzsäure von 1,05 sp. Gew. ohne Anwendung erhöhter Temperatur (15—20° C) längere Zeit hindurch (2—3 mal 24 Stunden) unter fleissigem Umrühren. Zur Controlle ist eine Kohlensäurebestimmung wünschenswerth. Die in Lösung [39]) erhaltenen Stoffe werden bestimmt. Sie gehören jedoch nicht ausschliesslich Karbonaten an. Es hat sich nämlich fast durchweg ergeben, dass, wenn auch nur geringe Mengen von Thonerde in Lösung gegangen sind, die einem sich selbst in sehr verdünnter Säure zersetzbaren Silikat entsprechen.

Ich glaube gefunden zu haben, dass es eine chloritische Beimengung — ein Thonerde- Eisenoxydul-Bittererdesilikat — ist, welches diese Erscheinung hervorruft, weil man bei der mikroskopischen Untersuchung vor der Einwirkung der verdünnten Säure oft grünliche Blättchen — nicht die meist derben Klümpchen des Glauconits — wahrnimmt, welche nach der Einwirkung der Säure verschwunden sind. Bei der ganz geringen Menge dieser Beimengung lege ich kein grosses Gewicht auf einen näheren Nachweis dieser Substanz. Will man dieselbe näher bestimmen, so wird man das Filtrat erst zum Trocknen eindampfen müssen, um die lösliche Kieselsäure unlöslich zu machen und ebenso den Restantheil trocknen, um auch ihm den Kieselsäureantheil nach bekannter Methode zu entziehen.

---

39) Auch hierbei erhält man beim Aussüssen oft ein trübes Filtrat, daher es räthlich ist, die zuerst erhaltenen Theile vorher wegzunehmen.

Digitized by Google

Auch Eisenoxydhydrat und phosphorsaure Kalkerde werden theilweise zerlegt. Diesen Verhältnissen ist gleichfalls Rechnung zu tragen.

Der Rückstand nach der Behandlung mit sehr verdünnter Säure muss auch optisch mikroskopisch untersucht werden, theils um die oft jetzt erst klarer hervortretenden Beimengungen von Feldspath, Quarz, Glimmer zu bestimmen, die durch die weisse Kalkschale oft verhüllten Glauconitkörnchen darin nachzuweisen und namentlich um die aus Kieselsäure bestehenden, oft äusserst feinen *Diatomeen* und *Radiolarien* aufzufinden. Zu letzterem Zwecke benützt man Material, welches nur gröblich gepulvert wurde und bei grösserem Gehalt an Kalk nach der Einwirkung der Säure nunmehr durch gelindes Drücken zertheilt werden kann.

III. Untersuchung.

Der unzersetzte, wieder bei 100° C getrocknete Rest wird hierauf mit etwa der dreifachen Gewichtsmenge starker Salzsäure von 1,11 spec. Gew. unter steter Erneuerung der verdampften Säure 3 Stunden lang in der Kochhitze behandelt; [40]) Filtratflüssigkeit und Rückstand werden zum Trocknen gebracht, um die zersetzte Kieselerde [41]) zu gewinnen und im Uebrigen nach bekannten Methoden verfahren. Behufs Bestimmung des Eisenoxyduls wird man eine Probe demselben Processe in einer Atmosphäre von Kohlensäure unterwerfen und ohne das Filtrat abzudampfen

40) Die chemischen Manipulationen werden hier nur angedeutet. das sonst erforderliche Verfahren ist ohnehin bekannt und geläufig.

41) Bei der Behandlung mit Alkalien, um die löslich gewordene Kieselsäure wegzunehmen, färbt sich die alkalische Flüssigkeit oft intensiv kaffeebraun von zersetzten bituminösen Theilen. Die Tiefe der Farbe gestattet einen Rückschluss auf die beiläufige Menge dieser Beimengung.

die Menge des Oxyduls bestimmt. Es folgt eine direkte Bestimmung des Wassers. Auch ist eine Bauschanalyse der Gesammtmasse als Kontrolle zu empfehlen.

Durch die Einwirkung der starken Salzsäure wird zersetzt: der Glauconit, der grössere Resttheil der chloritischen Beimengung, Magneteisen, Brauneisenerz und ein Theil von Rotheisenerz, dann zeolithische Bestandtheile, welche nach der oft wahrgenommenen gallert-ähnlichen Beschaffenheit des Rückstandes und nach der Menge von Natron zu vermuthen sind. Ausserdem werden auch feinste Theilchen von Plagioklas (Anorthit ist wohl nicht vorauszusetzen) etwas angegriffen. Um über diesen umfangsreichen Complex von möglicher Weise vorhandenen und durch starke Salzsäure zersetzten Gemengtheilen einige Anhaltspunkte zu gewinnen, ist es unabweisbar nothwendig, die Substanz v o r und n a c h der Einwirkung der Säuren aufs sorgfältigste mikroskopisch zu prüfen. Die optischen Eigenschaften der durch die Säure zerlegten Gemengtheile im Zusammenhalte mit den Resultaten der chemischen Analyse geben Anhaltspunkte genug, um wenigstens mit einiger Sicherheit auf die An- oder Abwesenheit dieses oder jenes Minerals zu schliessen. Bei den älteren thonigen Schieferarten dürften chloritische und feldspathige, bei den jüngeren glauconitische und zeolithische Beimengungen die Hauptrolle hierin spielen.

IV. Untersuchung.

Eine weitere Untersuchung des Restes bezieht sich auf den Nachweis eines durch Schwefelsäure zersetzbaren Antheils, wie solcher bei fast allen thonigen Gesteinen vorkommt und gewöhnlich als eine der Porzellanerde ähnliche Thonart angesprochen wird. Die häufige Anwesenheit ansehnlicher Mengen von Alkalien und der geringe Wassergehalt weisen aber vielfach auch auf andere

Digitized by Google

Substanzen namentlich auf Pinitoid und auf ein Pyrophyllit-artiges Mineral oder auf Glimmer hin.

Zu diesem Zwecke behandelt man den weiteren Rest aus Untersuchung III mit concentrirter Schwefelsäure von 1,84 spec. G. etwa 6 Stunden lang in Kochhitze und bestimmt den Wassergehalt der Substanz analog, wie bei III. Auch in diesem Falle wird ein Vergleich der Probe vor und nach der Einwirkung der Schwefelsäure mittelst optisch-mikroskopischer Prüfung weitere Schlüsse über die durch die chemische Analyse erlangten Resultate zu ziehen gestatten.

V. Untersuchung.

Der nach der Anwendung von Schwefelsäure unzersetzt bleibende Rest besteht grösstentheils aus Quarzkörnchen und Splitterchen einiger weniger anderer Mineralien, die von Schwefelsäure, wenn auch angegriffen, doch nicht ganz zerlegt werden. Daher liegt bei dieser letzten Prüfung das Hauptgewicht auf der optisch-mikroskopischen Untersuchung der übrig gebliebenen Theile. Neben dem Quarze, welcher sich i. p. L. durch seine intensive, bunte Aggregatfarbe bemerkbar macht, verdient die Anwesenheit von Feldspaththeilchen besonders sorgfältiger Prüfung nach Methoden, die hier nicht näher zu erörtern sind und als bekannt vorausgesetzt werden. Dasselbe gilt von Augit, Hornblende, Granat etc. etc. Meist zeigen sich in diesem Reste unregelmässige, trübe, unreine, oft undurchsichtige Klümpchen in grosser Menge, welche wahrscheinlich durch organische Stoffe gefärbter Quarzsubstanz angehören. Auch schwarze kohlige Theilchen finden sich oft noch diesem Reste beigemengt. Will man die Natur dieser kohligen Beimengungen näher prüfen, so empfiehlt es sich, eine besondere Probe, nachdem die Karbonate auf bekannte Weise entfernt sind, mit verdünnter Fluorwasserstoffsäure

Digitized by Google

bei mässiger Wärme zu behandeln, die durch leicht abschwemmbaren erdigen Theilchen durch vorsichtiges Schlämmen wegzuwaschen und die kohligen Rückstände mit chlorsaurem Kali und rauchender Salpetersäure vermengt eine Zeit lang stehen zu lassen. In vielen Fällen erhält man durch eine solche Behandlung durchsichtige Fragmente, die sich unter dem Mikroscop weiter untersuchen lassen, um zu erkennen, ob man es mit Resten von Landpflanzen oder etwa mit Meeresalgen etc. etc. zu thun hat.

Um namentlich einen Gehalt an Feldspath näher nachzuweisen, ist es zweckmässig, diesen letzten Rest einer Bauschanalyse zu unterwerfen.

Nach dieser zwischengeschobenen Erörterung kehren wir zu der weiteren Behandlung des vorliegenden Stoffes zurück.

Ueberblickt man nun den ganzen Kreis der in den sog. Schlammvulkanen hervortretenden Verhältnisse, so scheint, wenige Fälle ausgenommen, daraus hervorzugehen:

1) dass die ausgestossene Schlammmasse nichts anderes darstellt, als erweichtes, aus der unmittelbaren Umgebung stammendes oder aus nicht beträchtlicher Tiefe emporgeschobenes thoniges oder thonig-sandiges Schichtgestein, welches oft noch organische Ueberreste enthält, während eigentliche vulkanische Produkte — Asche, Lapilli, Lava, Bimsstein — an der Zusammensetzung nicht betheiligt sind. Denn es sind gewiss nur Ausnahmsfälle, wenn in Mitte vulkanischer Bildungen letztere, wie das Schichtgestein wohl auch oberflächlich von Gas und Wasser erweicht, das Eruptionsmaterial liefern. Thatsächlich jedoch ist dieser Fall bis jetzt an keinem Schlammvulkan noch sicher nachgewiesen.

2) Mit den Schlammvulkanen steht, abgesehen von reichlichem Wassererguss, in nothwendigem genetischem

Digitized by Google

Zusammenhange das Ausströmen von gepressten Gasarten, unter welchen Kohlenwasserstoff die erste Rolle spielt. Die hohe Spannung dieser ausströmenden Gase und die lange Andauer dieser, wenn auch oft nur periodisch zur Wirksamkeit gelangenden Erscheinungen lässt sich nicht von einer in der grösseren Tiefe bereits vorräthig [42]) vorhandenen und nicht andauernd sich erneuernden Gasmenge herleiten, weil bei dieser Annahme in verhältnissmässig kurzer Zeit der Vorrath erschöpft sein müsste. Die anhaltende und fortdauernde Neubildung besonders des hauptsächlichsten dieser Eruptionsgase, des Kohlenwasserstoffs setzt mit Nothwendigkeit das Vorhandensein von organischer Beimengung in den tiefer lagernden Schichtgesteinen voraus, welches auch durch das regelrecht mit den Schlammvulkanen verknüpfte Auftreten von Petroleum, Naphta, Asphalt oder bituminösen Stoffen bestätigt wird Es ist nicht unwahrscheinlich, dass bei diesem Zersetzungsprocesse auch Phosphorwasserstoffgas gebildet wird. Dadurch würde das vielfach festgestellte Entzünden der ausströmenden Gase aus freien Stücken eine befriedigende Erklärung finden. Mit dem reichlicheren Auftreten von Kohlensäure scheint dagegen eine gewisse Annäherung an vulkanische Vorgänge in der Tiefe sich zu verbinden.

3) Die Beimengung von in Wasser löslichen Salzen, namentlich von Chlornatrium in der Schlammmasse erklärt sich theils aus dem Umstande, dass manche Schlammvulkane in der Nähe des Meeres, oder auf einem von Meerwasser durchtränkten Boden liegen, und daher mit dem zudringenden Meerwasser auch dessen Salze mit aufnehmen — darauf

42) Dergleichen Stoffe sind zweifelsohne bereits vorgebildet und von der Gesteinsmasse eingeschlossen, in Vorrath vorhanden und können sich auch an der Zusammensetzung des Eruptionsmaterials betheiligen Sie sind es aber nicht, welche die während langen Zeiten andauernde Zugänge an solchem Material, namentlich die Gase, liefern können.

Digitized by Google

weist namentlich ein Jod- und Brom-Gehalt der Salze hin — theils ist anzunehmen, dass in den vom Eruptionskanal berührten Schichten solche Salze z. B. Gyps, Steinsalz reichlich als Zwischenlagen vorhanden sind, aus denen das durchströmende Wasser den Salzgehalt schöpft. Endlich wird bei geringem Gehalt an solchen Salzen diese Beimengung durch den Umstand erklärlich werden, dass das ausquellende Wasser, welches ja fast ausnahmslos geringe Mengen von Salzen auf seinem Durchzug durch Schichtgesteine aufgenommen hat, indem es mit dem Thon vermengt und mit Schlamm ausgeworfen bei Austrocknen des letzteren verdunstet, seinen Salzgehalt im Thon zurücklässt. Indem dieses Durchtränken mit Wasser und Wiederaustrocknen sich öfters wiederholt, reichert sich schliesslich der ausgetrocknete Schlamm mit gewissen Mengen der Salze an, wie wir solche im Schlamm finden, ohne dass eigentliche Salzlagerstätten in der Tiefe vorhanden sind.

4) In Bezug auf Temperatur der Schlammergüsse herrscht keine durchgreifende Regel. Wohl wurde wahrgenommen, dass grösstentheils die Schlammquellen keine wesentliche höhere Temperatur besitzen, als die der umgebenden Luft oder die mittlere Jahrestemperatur des Ausflusspunktes Doch sind auch hier und da höhere Temperaturen beobachtet worden. Sie dürften mit den reicheren Kohlensäure-Exhalationen im Zusammenhange stehen, welche auch bei zahlreichen Mineralquellen sich gleichzeitig einstellen.

5) Aus der Art der Verbreitung der Schlammvulkane in den verschiedenen Ländern lässt sich eine gewisse Beziehung zu vulkanischen Gegenden und vulkanischen Eruptionen nicht verkennen. Doch finden sich Schlammvulkane auch ausserhalb der noch jetzt von vulkanischen Vorgängen betroffenen Länderstrecken. Aber in diesem Falle kommen sie entweder in Gebieten vor, die von Hebungen

Digitized by Google

und Senkungen häufig beunruhigt sind, oder sie beschränken sich doch auf Züge grosser geotektonischer Spalten und Verrückungslinien, welche die Erdrinde durchziehen und Zugänge bis in grosse Tiefe eröffnen.

Aus alledem scheint hervorzugehen, dass der eigentliche Herd der mit den weitaus meisten Schlammvulkanen verknüpften Erscheinungen nicht mit dem der vulkanischen Thätigkeit der Tiefe direct identisch gehalten werden darf, dass diese Erscheinungen vielmehr auf dem Vorhandensein gewisser Schichtgesteinen und auf deren Gehalt an bituminöse Stoffe liefernden Beimengungen beruhen. Nur in vereinzelten Fällen mögen es mit vulkanischen Vorgängen in Verbindung stehende Gase sein, welche den gewöhnlichen Schlammvulkanen ähnliche Erscheinungen bewirken, oder sich den Kohlenwasserstoffgasen der eigentlichen Schlammvulkane beigesellen, wie ja auch umgekehrt Kohlenwasserstoffgase bei vulkanischen Exhalationen öfters sich zeigen. Dazu muss ferner der Umstand hinzutreten, weil die Entwicklung der Gase und der bituminösen Stoffe continuirlich oder doch während langandauernder Zeitperioden stattfindet, dass diese bestimmten Schichtgesteine in tiefere Lagen der Erdrinde versetzt werden, wo einerseits die zur Entwicklung der Gase und bituminösen Stoffe aus den organischen Beimengungen nothwendige Bedingungen — besonders Wärme u. s. w. — gegeben sind und andererseits die Erdrinde tief genug von Spalten durchzogen ist, um den auf diese Weise gebildeten und unter einer gewissen Spannung stehenden flüchtigen Stoffen das Empordringen zu Tag zu gestatten.

Solche günstige Verhältnisse werden sich ganz besonders häufig da einstellen, so durch vulkanische Ereignisse die jüngeren Sedimentgebilde vielfach aus ihrer höheren Lage verrückt, gesenkt und zugleich von tief gehenden Spalten durchzogen sind. Aehnliche Verhältnisse können überall

da wiederkehren, wo starke dislocirende Bewegungen der Erdrinde in den von tertiären oder jüngeren Ablagerungen eingenommenen Gegenden stattfinden oder jüngst stattgefunden haben. Wir begreifen auf diese Weise, in welchem entfernteren Zusammenhange die Erscheinungen der Schlammvulkane mit wirklich vulkanischen Thätigkeiten stehen oder in wiefern dieselben in den von Erdbeben und Niveauschwankungen oft heimgesuchten Gebieten aufzutreten pflegen. In anderen Fällen mag die vulkanische Thätigkeit die Entstehungsbedingungen der Eruptionsgase und der bituminösen Stoffe gleichsam mit sich näher an die Oberfläche gerückt und in die höheren Lagen der Schichtgesteine emporgezogen haben, indem hier ein höherer Grad von Wärme und mit demselben die Bedingung der Umbildung organischer Stoffe sich einstellte. Eine derartige Beziehung zwischen Schlammvulkanen und dem Vulkanismus dürfte namentlich auf Sicilien anzunehmen sein.

Trotzdem ist aber die ganze Erscheinung der sog. Schlammvulkane von dem wahren Vulkanismus so von Grund aus verschieden, dass es sich empfehlen möchte, um den der Bezeichnung Schlammvulkan stets anklebenden Beigeschmack an ächt vulkanische Thätigkeit zu beseitigen, sich eines andern Ausdrucks, vielleicht am geeignetesten „Schlammsprudel“ zu bedienen.

Das häufige Vorkommen dieser Schlammsprudel in fast allen Theilen der Erde weist auf eine geologische Erscheinung hin, welche sich gewiss nicht bloss auf die gegenwärtige Periode der Entwicklungsgeschichte unserer Erde beschränkt. Es ist vielmehr mit grosser Wahrscheinlichkeit schon à priori anzunehmen, dass auch in vorausgehenden Zeitabschnitten analoge Vorgänge stattgefunden haben. Dieser Gedanke ist bereits, wie schon Eingangs erwähnt wurde, mehrfach ausgesprochen und sogar der Versuch gemacht worden, manche eigenthümliche Erscheinungen, welche sich

Digitized by Google

in der sog. Argila scaglioso des Apennin bemerkbar machen, auf die Thätigkeit solcher Schlammsprudel in der Tertiärzeit zurückzuführen. Am bestimmtesten ist neuerlichst dieser Gedanke von Theod. Fuchs[43]) auf die Entstehung der sog. Flysch- oder Macignoschichten ausgedehnt worden. Wir werden in einem zweiten später folgenden Aufsatze versuchen, auch zur Lösung dieser Frage älterer Schlammsprudel einen Beitrag zu liefern.

43) Ueber die Natur des Flysches in LXXV. Bd. d. Sitzber. d. Ac. d. Wiss. in Wien I. Abth. 1877.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M.:

Bericht 1876—77 und 1877—78. 1877—78. 8°.

Von der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

17. Bericht. 1878. 8°.

Von der k. k. Sternwarte in Wien:

Annalen. III. Folge. Bd. 27. Jahrg. 1877. 1878. 8°.

Von der Redaction des Archivs der Mathematik in Greifswald:

Archiv der Mathematik und Physik. Theil 63. Leipzig 1878. 8°.

Von der physikalisch-medicinischen Societät in Erlangen:

Sitzungsberichte. Heft 10. Nov. 1877—Aug. 1878. 1878. 8°.

Von der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XV. 1879. 4°.

Digitized by Google

Von der Oficina meteorológica Argentina in Buenos-Aires:

Anales. Tomo I. 1878. 4°.

Vom Museum of comparative Zoölogy in Cambridge Mass:

Bulletin. Vol. IV. Text und Atlas. Vol. V. n° 2—6. 1878. 8°.

Vom Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

a) Report on the Meteorology of India in 1876. II. Year. By H. F. Blanford. 1878. 4°.
b) Report on the Administration of the Meteorological Department in 1876—77. 1878. fol.

Von der Chemical Society in London:

Journal. Dec. 1878 und Jan. 1879. 1878—79. 8°.

Von der Geological Society in London:

List. November 1878. 1878. 8°.

Von der Medical and chircurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. II. Series. Vol. 43. 1878. 8°.

Von der Società Toscani di scienze naturali in Pisa:

Processi verbali. Adunanza del di 12 gennaio 1879. 1879. 4°.

Von der Royal Society of New South Wales in Sydney:

a) Journal. Vol. XI. 1877. 1878. 8°.
b) Remarks on the sedimentary Formations of New South Wales by W. B. Clarke. 1878. 8°.
c) Report of the Departement of Mines of New South Wales 1877. 1878. 4°.

d) Report of the Commissioner for Railways of New South Wales during 1876. 1877. fol.

Von der Société malacologique de Belgique in Brüssel:

Procès-verbaux des séances. Tom. 7. 1878. 1878. 8°.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 88. 1879. 4°.

Vom Dudley Observatory in Albany, N. Y.:

a) Annual Report of the Director for 1878. 1879. 8°.
b) Remarks on the Dudley Observatory, by Lewis Boss. 1878. 8°.

Vom Harvard College in Cambridge, Mass:

Annual Reports of the President and Treasurer. 1877—78. 1879. 8°.

Vom Harvard College Observatory in Cambridge, Mass:

Annual Report of the Director 1878. 1879. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. VI. 1879. 8°.

Von der Ministerial-Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten. Jahrgang 1878. Heft 6—9. Juni—Septbr. Berlin 1878. 1879. 4°.

Von der grossherzoglichen Sternwarte in Mannheim:

a) Astronomische Beobachtungen auf der grossherzogl. Sternwarte in Mannheim. III. Abth. Karlsruhe. 1879. 4°.

Digitized by Google

b) R. Barry's Fixsternbeobachtungen hsg. von W. Valentiner. 1878. 8°.

Von der medicinischen Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen. Bd. IX. 1879. 8°.

Vom naturforschenden Verein in Brünn:

Verhandlungen. Bd. XVI. 1877. 1878. 8°.

Vom Verein für Erdkunde in Metz:

I. Jahresbericht pro 1878. 1879. 8°.

Vom Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung in Hamburg:

Verhandlungen 1876. Bd. III. 1878. 8°.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

a) Jahrbuch. Jahrg. 1879. Bd. XXIX. 1879. 4°.
b) Verhandlungen. 1879. 4°.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. IX. 1879. 8°.

Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Jahrg. 1878. Bd. 28. 1879. 8°.

Von der American Chemical Society in New-York.

Journal. Vol. I. 1879. 8°.

Von der Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 31. Sessione III e IV. Roma 1878. 4°.

Von der Società di scienze naturali ed economiche in Palermo:

Giornale. Vol. XIII. Anno 1878. 4°.

Von der Teyler Genootschap in Haarlem:

Archives du Musée Teyler. Vol. IV, 2—4. V. 1. 1878. 4°.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique in Livr. 449. 1879. 4°.

Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Natuurkundige Verhandelingen. 3ᵉ Série. Deel III. 1878. 4°.

Vom Institut royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:

Nederlandsch meteorologisch Jaarbock. 1877 Deel I. 1873 Deel II. 1878. 4°.

Von der École polytechnique in Paris:

Journal. Cahier 45 Tom. 28. 1878. 4°.

Von der R. Geological Society of Ireland in Dublin:

Journal. Vol. XV. 1878. 8°.

Von der Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bullettino. 1879. Tom. I. 1879. 8°.

Von der Société des sciences de la Basse Alsace in Strassburg:

Bulletin trimestriel. Tom. 13. 1879. 1879. 8°.

Von der Zoological Society in London:

Proceedings. 1878. Part IV. 1879. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein der k. k. technischen Hochschule in Wien:

Berichte. III. 1878. 8°.

Digitized by Google

Vom Verein zur Beförderung des Gartenbaues in den kgl. Preuss. Staaten in Berlin:

Monatsschrift. 21. Jahrgang 1878. 12 Hefte. 1878. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Sachsen und Thüringen in Halle a. d./S.

Zeitschrift für die gesammten Naturwissenschaften. III. Folge. 1878. Bd. 3. Berlin 1878. 8°.

Vom naturhistorischen Landesmuseum für Kärnten in Klagenfurt:

a) Jahrbuch. 25—27. Jahrgang. 1876 u. 1877. 1878. 8°.
b) Bericht über das naturhistorische Landesmuseum. 1877. 1878. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. Neue Folge. 21. Jahrg. 1876/77. 1878. 8°.

Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. XII. Jahrg. 1879. No. 1. 1879. 8°.

Vom naturwissenschaftlich-medicinischen Verein in Innsbruck:

Berichte. 8. Jahrg. 1877. 1879. 8°.

Vom Verein für Naturkunde in Fulda:

Meteorologisch-phänologische Beobachtungen aus der Fuldaer Gegend. 1878. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1878. 1879. 8°.

Digitized by

Vom Verein für Erdkunde in Dresden:

15. Jahresbericht. Wissenschaftlicher Theil. 1878. 8°.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 14. Jahrg. 1879. 8°.

Vom zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg:

a) Correspondenz-Blatt. Jahrg. 32. 1878. 8°.
b) Abhandlungen. Heft XI. München. 1878. 8°.

Vom Museo civico di storia naturale in Genua:

Annali del Museo civico di storia naturale. Vol. IX. X. XI. XII. XIII. 1876–78. 8°.

Von der Société centrale d'horticulture de France in Paris:

Journal. 3e Sér. Tom. I. 1879. 8°.

Von der Société des sciences physiques et naturelles in Bordeaux

Mémoires. 2e Série. Tom. III. Cahier 1. Paris 1878. 8°.

Von der Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin. Année 1879. 3e Série. Tom. XIII. 1879. 8°.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

a) Verhandelingen. Deel XVIII. 1879. 4°.
b) Processen-verbaal. Afdeeling natuurkunde. 1877—78. 1878. 8°.

Von der Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padova:

Atti. Vol. VI. 1879. 8°.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Janvier 1879. 1879. 8°.

Digitized by Google

Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino 1879. 1879. 8°.

Vom physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

a) Repertorium für Meteorologie. Bd. VI. Heft 1. 1878. 4°.
b) Annalen des physikalischen Central-Observatoriums. Jahrg. 1877. 1878. 4°.

Von der Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XXI. 1878. 8°.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. 25. 1878. Revue bibliograph. E. 1879. 8°.

Vom Herrn Heinr. Ernst Beyrich in Berlin:

Ueber Hildebrandt's geologische Sammlungen von Mombassa. 1878. 8°.

Vom Herrn C. Bruhns in Leipzig:

a) Die Astronomen auf der Pleissenburg. 1878. 4°.
b) Ueber das meteorologische Bureau im Königreich Sachsen. 1879. 8°.

Vom Herrn Johann Woldrich in Wien:

Ueber Caniden aus dem Diluvium. 1878. 4°.

Vom Herrn L. Rütimeyer in Basel:

Die Rinder der Tertiär-Epoche. Th. II. Zürich 1878. 4°.

Digitized by Google

Vom Herrn Louis Pierre Matton in Lyon:

Polysecteur et Polysectrices. 1878. 4°.

Vom Herrn M. Ph. Plantamour in Genf:

Le limnographe de Sécheron (près Genève). 1878. 8°.

Vom Herrn P. F. Reinsch in Boston:

Algae aquae dulcis Insulae Kerguelensis. 1878. 4°.

Vom Herrn P. A. Bergsma in Batavia:

Bijdrage tot de Kennis der Weersgesteldheid ter Kuste van Atjeh. 1877. 4°.

Vom Herrn Nicolai v. Kokscharow in Petersburg:

Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. VII. S. 177—384 und VIII. S. 1—32. 1878. 8°.

Vom Herrn G. V. Schiaparelli in Mailand:

Osservazioni astronomiche e fisiche sul pianeta Marte. Roma 1878. 4°.

Vom Herrn Adolph Wüllner in Aachen:

Compendium der Physik. 2 Bände. Leipzig. 1879. 8°.

Vom Herrn R. Clausius in Bonn:

Die mechanische Wärmetheorie. 2. Aufl. Bd. II. Braunschweig. 1879. 8°.

Digitized by Google

Vom Herrn Friedrich Ritter von Stein in Prag:

Der Organismus der Infusionsthiere. III. Abth. I. Leipzig. 1878. fol.

Vom Herrn Edw. S. Morse in New-York:

Traces of an early Race in Japan. 1879. 8°.

Vom Herrn I. A. C. Oudemans in Utrecht:

Die Triangulation von Java. II. Abth. Im Haag. 1878. fol.

Vom Herrn George I. Brush in New-Haven:

On the mineral locality in Fairfield County, Connecticut. 1879. 8°.

Vom Herrn Donato Tommasi in Florenz:

Sur la non existence de l'hydrogène naissant. I^{e} partie. 1879. 8°.

Vom Herrn H. F. Weber in Zürich:

Untersuchungen über das Elementargesetz der Hydrodiffusion. 1879. 8°.

Vom Herrn C. W. Borchardt in Berlin:

Theorie des arithmetisch-geometrischen Mittels aus vier Elementen. 1879. 4°.

Vom Herrn J. Henle in Göttingen:

a) Zur Anatomie der Crystallinse. 1878. 4°.

b) Handbuch der Nervenlehre des Menschen. 2. Aufl. Braunschweig. 1879. 8°.

Vom Herrn P. Spieker in Berlin:

Baubericht über die technischen Anlagen für das k. astrophysikalische Observatorium bei Potsdam. 1879. fol.

Vom Herrn Peter Theophil Riess in Berlin:

Abhandlungen zu der Lehre von der Reibungselectricität. Bd. I. II. 1867—1879. 8°.

Vom Herrn F. Folie in Liége.

a) Éléments d'une théorie des faisceaux. Bruxelles. 1878. 8°.
b) Principe de la théorie des faisceaux. Bruxelles. 1878. 8°.

Vom Herrn O. Struve in St. Petersburg:

a) Observations de Poulkova. Vol. IX. 1878. 4°.
b) Jahresbericht der Nicolai-Hauptsternwarte für 1877—78. 1878. 8°.

Vom Herrn Piazzi Smyth in Edinburgh:

End-on Illumination in private spectroscopy. 1879. 8°.

Vom Herrn E. Wartmann in Genf:

Rapport du Président de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève pour la période du 1 Juillet 1877 au 31. Déc. 1878. 1879. 4°.

Vom Herrn Alexander Milton Ross in Montreal, Canada:

Catalogus of Mammals, Birds, Reptiles and Fishes of the Dominion of Canada. 1878. 8°.

Digitized by Google

Vom Herrn M. Melsens in Brüssel.

a) De l'application du rhé-électromètre aux paratonnerres des télégraphes. 1877. 8°.

b) Cinquième note sur les paratonnerres. 1878. 8°.

c) Notice sur le coup de foudre de la gare d'Anvers du 10. Juillet 1865. 1875. 8°.

Vom Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. 1879. Stuttgart 1879. 8°.

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 3. Mai 1879.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Professor v. Nägeli legt eine Abhandlung vor:

Ueber die Fettbildung bei den niederen Pilzen.[1])

In der Thierphysiologie besteht noch Streit darüber, ob die Fette aus Albuminaten oder Kohlenhydraten entstehen. In der Pflanzenphysiologie ist diese Frage noch kaum erörtert worden. Wir sehen zwar, dass Fette und Kohlenhydrate einander oft vertreten, dass die einen Gewächse Fett anhäufen, wo verwandte Arten, Gattungen oder Ordnungen Stärkemehl aufspeichern, ferner dass Stärkemehl in einem Gewebe verschwindet, worauf Fett an dessen Stelle tritt, oder auch umgekehrt. So sind die Repssamen, aus denen im reifen Zustande Oel gepresst wird, vor vollständiger Reife mit Stärkekörnern erfüllt.

Doch geben uns solche Beobachtungen noch nicht die unbestreitbare Gewissheit, dass wirklich die Substanz der einen Verbindung in die andere Verbindung umgewandelt wird. Es wäre ja beispielsweise möglich, wenn auch nicht wahrscheinlich, dass Stärkemehl als Zucker gelöst und fortgeführt, und dass dafür die fettbildenden Baumaterialien aus andern Geweben herbeigeführt würden.

1) Die am Schlusse beschriebenen Versuche wurden von O. Loew ausgeführt.

Digitized by Google

Für die Entscheidung der vorliegenden Frage eignen sich offenbar einzellige und wenigzellige Pflanzen besser als die höher organisirten, aus verschiedenen Organen und Geweben bestehenden, weil der Ursprung einer Substanz besser controlirt werden kann, — und besonders erweisen sich die niederen Pilze als günstige Objecte für solche Untersuchungen, weil bei ihnen der Ernährungschemismus viel einfacher verläuft, als bei den morphologisch gleich gebauten niederen Algen.

Bei den niederen Pilzen nun lässt sich die Entstehung der Fette mit Leichtigkeit und vollkommener Sicherheit einerseits aus Albuminaten und anderen Stickstoffkohlenstoffverbindungen, andrerseits aus Kohlenhydraten und anderen stickstofffreien Kohlenstoffverbindungen darthun. Was zuerst die stickstoffhaltigen Verbindungen betrifft, so ist ein doppeltes Beweisverfahren möglich, indem entweder gezeigt wird, dass dieselben in einer Zelle zersetzt werden und das Material für die Fettbildung liefern, oder indem nachgewiesen wird, dass eine Zelle nur solche Nährstoffe aufnimmt und daraus Fett erzeugt.

Es ist eine allgemeine Erscheinung, dass in Pilzzellen, die in der Jugend bloss plasmatischen (aus Albuminaten bestehenden) Inhalt besitzen, späterhin mehr oder weniger Fett auftritt. Dies ist auch dann der Fall, wenn dieselben in reinem Wasser sich befinden und somit keine fettbildenden Stoffe aufnehmen können, denn das kohlensaure Ammoniak, das sich nicht abhalten lässt, vermögen sie nicht zu assimiliren. Man beobachtet dabei auch, dass das Plasma mit dem Erscheinen des Fettes sich vermindert. Dass [illegible] [illegible] abgeleitet werden kann, ergiebt sich aus dem Umstande, dass [illegible] [illegible]

Digitized by Google

Eine solche Beobachtung ist nun unmittelbar entscheidend, wenn es sich um einzellige Pilze und zwar um solche handelt, wo die Zellen nicht mit anderen Zellen in Berührung sind und nur mit dem umgebenden Wasser in gegenseitigem diosmotischen Austausche stehen. Bei den mehrzelligen Schimmelpilzen lässt sich der allfällige Einwurf, es könnten die fettbildenden Zellen Stoffe aus andern Theilen des Fadens erhalten haben, mit der Thatsache widerlegen, dass alle Zellen sich gleichverhalten, dass jede einzelne und somit auch die Gesammtheit der miteinander in Verbindung stehenden Zellen an Albuminaten ärmer, dagegen an Fett und an Cellulose reicher wird.

Für derartige Beobachtungen sind die Schimmelpilze am brauchbarsten, weil sie viel Fett erzeugen. Allein auch bei den Sprosspilzen, welche alle verhältnissmässig arm an Fett sind (die Unterbierhefe enthält davon nur 5 Procent ihrer Trockensubstanz), kann nach der mikroskopischen Untersuchung kein Zweifel bestehen. Ich habe einige Flaschen mit Bierhefe und phosphorsäurehaltigem Wasser zwei Jahre lang (1870—1872) stehen lassen und hin und wieder umgeschüttelt. Es stellten sich weder Schimmel noch Spaltpilze ein. Die Hefenzellen vegetirten langsam fort. Beim Beginne des Versuches waren die dünnwandigen Zellen bloss mit Plasma erfüllt. Zuletzt erschien die Membran etwas stärker, und der feste Zelleninhalt war auf ein kleines sehr stark lichtbrechendes Körnchen zusammengegangen, welches offenbar aus Fett und den noch ungelösten Albuminaten bestand. Die quantitative Fettbestimmung konnte bei dieser Hefe nicht ausgeführt werden.

Dass Albuminate und andere stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindungen Material zur Fettbildung abgeben können, lässt sich aber viel anschaulicher auf dem anderen Wege darthun, indem man nämlich diese Substanzen ausschliesslich zur Ernährung benutzt. Die Spaltpilze gedeihen sehr gut

in einer Lösung von Eiweiss oder besser von Peptonen aus Eiweiss und den nothwendigen Mineralstoffen (enthaltend Phosphor, Kalium, Magnesium, Calcium); die Schimmel wachsen darin mit Ausschluss der Spaltpilze, wenn die Lösung etwas freie Phosphorsäure enthält. Wenn bloss eine Spur von Sporen oder Pilzen zur Aussaat verwendet wird, so erhält man eine mehr als millionenfache Vermehrung der Pilze und ihrer Bestandtheile, also auch von Fett und Cellulose. — Das Eiweiss kann mit ähnlichem Erfolge durch eine andere Stickstoffkohlenstoffverbindung von einfacherer Zusammensetzung und neutraler Reaction (z. B. durch Asparagin, Leucin) ersetzt werden.

Da bei diesen Versuchen alle organischen Substanzen der Ernte bis auf die unendlich geringe Menge der anfänglichen Aussaat aus den Nährstoffen gebildet wurden, so ist auch alles Fett aus den Bestandtheilen des Eiweisses, Leucin's, Asparagin's entstanden.

Ganz die gleiche Schlussfolgerung gilt für eine Reihe von stickstofflosen Verbindungen, welche zugleich mit Ammoniak oder Salpetersäure als Nährstoffe angewendet werden. Zucker mit Ammoniak, ebenso weinsaures Ammoniak ist für sich allein zur Ernährung genügend, wenn die Aschenbestandtheile zugegen sind. Statt Zucker kann Mannit, Glycerin oder eine andere neutrale ternäre Kohlenstoffverbindung, statt Weinsäure kann Essigsäure, Salicylsäure oder eine andere organische Säure benutzt werden. In den meisten Fällen lässt sich ferner das Ammoniak als Stickstoffquelle durch Salpetersäure ersetzen. Bei geringer anfänglicher Aussaat erfolgt auch bei diesen Versuchen eine millionenfache Vermehrung der Vegetation. Die Pilzzellen entnehmen dem Ammoniak oder der Salpetersäure und einer der genannten Kohlenstoffverbindungen die Elemente für die Bildung der Albuminate und der Kohlenstoffverbindung die Elemente für die Bildung von Fett und Cellulose.

Digitized by Google

Wird statt des Ammoniaks oder der Salpetersäure Eiweiss (resp. Pepton) als Nahrung verwendet, so lässt sich die Entstehung von Fett und Cellulose aus Zucker oder Weinsäure u. s. w. dann nachweisen, wenn man von ersterem wenig, von der stickstofflosen Verbindung dagegen eine grössere Menge in die Nährlösung giebt. Die Analyse der Ernte ergiebt in diesem Falle, dass nur die Albuminate von dem Eiweiss der Nährlösung abgeleitet werden können und dass die Gesammtheit oder wenigstens ein grosser Theil des Fettes und der Cellulose von den Bestandtheilen des Zuckers oder der Weinsäure herstammen müssen.

Die angeführten Thatsachen beweisen unzweifelhaft, dass die Pilzzellen das Material für die Fettbildung aus den verschiedensten stickstoffhaltigen und stickstofflosen Verbindungen entnehmen können. Sie geben uns aber selbstverständlich keinen Aufschluss über den nächsten Ursprung des Fettes, da die Stoffumwandlungen in der Zelle uns verborgen bleiben, und wir daher nicht wissen können, ob und welche chemische Zwischenstufen zwischen dem aufgenommenen Nährstoff und dem Endprodukt bestehen. Es wäre einerseits möglich, aber nicht im geringsten wahrscheinlich, dass unmittelbar aus den Bestandtheilen jeder der verschiedenen Nährverbindungen die Synthese des Fettes vor sich ginge, aus Eiweiss, Asparagin, Leucin, Zucker, Weinsäure, Essigsäure, Salicylsäure u. s. w.

Es ist anderseits möglich, dass die Fettbildung immer der nämliche Vorgang ist und aus der gleichen chemischen Verbindung erfolgt. Man könnte beispielsweise vermuthen, der Zucker sei dieser Fettbildner, und dafür anführen, dass jedenfalls aus allen Nährstoffen Glycose gebildet wird, da sie in allen Pilzzellen als Material für die Membranbildung vorhanden sein muss, und wie die Analysen ergeben, thatsächlich immer in geringen Mengen vorhanden ist. In diesem Falle würde, bei ausschliesslicher Ernährung durch

Digitized by Google

Eiweiss (Pepton), der Zucker für die Fettbildung aus letzterem abgespalten.

Man könnte aber auch, und vielleicht mit grösserem Rechte, annehmen, die Eiweissbildung (Peptonbildung) müsse der Fettbildung vorausgehen. In diesem Falle würde also auch bei Ernährung mit Ammoniak und Zucker das Fett nicht aus dem Zucker sondern aus dem daraus erzeugten Pepton entstehen, und wenn eine plasmareiche Zelle, welche fast nur Zucker als Nahrung erhält, Fett bildet, so würde der Zucker nur mittelbar diesen Process begünstigen, insofern er mit dem bei der Fettbildung frei werdenden stickstoffreichen Rest des Eiweisses dasselbe wieder aufbauen hülfe. Es drängt sich überhaupt auch bei verschiedenen anderen pflanzenphysiologischen Vorgängen die Vorstellung auf, es möchte das complizirte Eiweissmolecül gleichsam das kleine chemische Laboratorium sein, welches manche Stoffumwandlungen zu Stande bringt, — eine Vorstellung, die, wenn sie richtig sein sollte, uns zwar das Räthsel nicht lösen würde, aber bei dem Versuche einer Lösung doch berücksichtigt werden müsste.

Mit Zucker und Eiweiss sind natürlich die Verbindungen nicht erschöpft, aus denen die Fettbildung abgeleitet werden kann. Möglicher Weise geht dem Fette die Entstehung einer Verbindung voraus, die überhaupt noch unbekannt, oder als Bestandtheil der lebenden Organismen noch nicht nachgewiesen ist. — Zur Entscheidung der Frage hat die organische Chemie den wichtigsten Beitrag zu leisten. Aber auch der Physiologie scheint eine nicht unwichtige Aufgabe zuzukommen. In letzterer Beziehung bot sich zunächst der Gedanke dar, auf experimentellem Wege zu entscheiden, ob die Ernährung mit der einen oder andern Verbindung die Fettbildung begünstige oder beeinträchtige. Wenn beispielsweise der Zucker den Ausgangspunkt für die Fettbildung darstellte, so könnte erwartet

Digitized by Google

werden, dass dieselbe bei zuckerreicher Nahrung reichlicher einträte. Wäre dagegen das Eiweiss der Fettbildner, so sollte Ernährung mit viel Eiweiss ein besseres Resultat geben als Ernährung mit wenig Eiweiss und viel Zucker.

Die Versuche haben diese Erwartung nicht erfüllt. Die chemische Beschaffenheit der Nährlösung scheint für die Fettbildung in den Pilzen fast ganz bedeutungslos zu sein, indem einerseits aus ganz ungleichen Nährstoffen gleiche Mengen von Fett, andrerseits aus gleichen Nährstoffen unter übrigens ungleichen Verhältnissen ungleiche Mengen davon erzeugt werden. Berücksichtigt man nur die eine Versuchsreihe, so möchte man den Zucker, berücksichtigt man nur eine andere Reihe, so möchte man das Eiweiss (Pepton) als vorzugsweise Fett erzeugend betrachten. Vergleicht man aber alle Thatsachen, so kommt man zur Ueberzeugung, dass physiologische Momente bei der Fettbildung die Hauptrolle spielen und die ungleiche Wirkung der Nährstoffe, wenn dieselbe, was nicht unwahrscheinlich, vorhanden ist, verwischen. Eine grosse Reihe von passend angestellten Versuchen müsste darüber wohl Auskunft geben.

Solche Versuche sind aber desswegen meistens resultatlos, weil die Vegetationsverhältnisse, welche auf die Erzeugung der Fette so grossen Einfluss ausüben, nicht mit Sicherheit ganz gleichartig hergestellt werden können. So erhält man beispielsweise in zwei vollkommen gleich zusammengesetzten, neben einander befindlichen Nährlösungen, auf welche in gleicher Weise Schimmelsporen ausgesäet werden, selten ganz gleiche Vegetationen, indem das Verhältniss der untergetauchten zu den schwimmenden Schimmelrasen verschieden ausfällt; und dieser Umstand allein bedingt einen ungleichen Prozentgehalt an Fett.

Es ist mir desswegen überhaupt wahrscheinlich, dass der Einfluss der chemischen Beschaffenheit der Nährstoffe auf die Fettbildung und namentlich die Frage, welche

Digitized by Google

Verbindung physiologisch derselben unmittelbar vorausgehe, nicht bei den Pilzen, die wegen ihres so energischen Chemismus fast aus jeder organischen Verbindung, wenn auch auf einem Umwege, das Material für diesen Process gewinnen können, noch überhaupt im Pflanzenreiche, sondern vielmehr im Thierreiche festzustellen ist, wo die chemische Action schwächer und die Möglichkeiten für die Erzeugung einer Verbindung beschränkter sind. Sollte es sich ergeben, dass bei höheren Thieren das Fett zunächst immer aus dem Eiweiss entsteht, so wäre dieser Vorgang auch für die niederen Thiergruppen und für das Pflanzenreich sehr wahrscheinlich.

Was die physiologischen Momente der Fettbildung betrifft, so möchte ich zunächst bemerken, dass dieselbe bei den niederen Pilzen gerade so wie bei den übrigen Pflanzen höchst wahrscheinlich bloss innerhalb der Zellen durch den gewöhnlichen Vegetationsprocess, und nicht durch Gärung (Fäulniss) vor sich geht. Die niederen Glieder der Fettsäurenreihe bis hinauf zur Capronsäure befinden sich zwar unter den Fäulnissprodukten, nicht aber die höheren Fettsäuren und die Fette. [1])

---

1) In neuester Zeit ist unter den Fäulnissprodukten des Fleisches Palmitinsäure und Oelsäure angegeben, jedoch nicht nachgewiesen worden, dass diese Verbindungen wirklich Erzeugnisse der Gärthätigkeit seien. Das Fleisch war zwar mit Aether so gut als möglich entfettet worden; da aber Bierhefe auf diesem Wege nicht fettfrei gemacht werden kann (vgl. Mittheilung vom 4. Mai 1878), so wäre es wohl möglich, dass die ganze Menge der gefundenen Fettsäuren (etwa 3 Proc. der trockenen Eiweisssubstanz) oder doch ein Theil derselben erst bei der Zersetzung des Fleisches durch die Fäulniss physikalisch frei gemacht und damit dem Aether zugänglich geworden wäre.

Ein anderer bei obiger Angabe, wie es scheint, unberücksichtigt-gebliebener Punkt ist der, dass die faulende Flüssigkeit nicht bloss die Fäulnissprodukte sondern auch Fäulnisspilze und zwar in sehr grosser Menge enthält, dass beide sich mechanisch nicht trennen lassen und dass man sich daher immer die Frage vorzulegen hat, ob eine gefundene

Digitized by Google

Betreffend das physiologische Verhältniss des Fettbildungsprocesses zu der Gesammternährung lassen sich zur Zeit zwei Regeln aufstellen: 1) dass verhältnissmässig um so mehr Fett gebildet wird, je lebhafter das Wachsthum vor sich geht, dass also bei n facher Gesammtzunahme der Trockensubstanz in gleicher Zeit und übrigens gleichen Umständen die Vermehrung der

---

Verbindung aus dem Gärmaterial oder aus den Gärpilzen komme. In dem vorliegenden Falle konnte immerhin ein erheblicher Theil und unter günstigen Bedingungen für die Fettbildung sogar die ganze Menge der Fettsäuren in den Fäulnisspilzen enthalten sein. Wollte man alle in einer faulenden Flüssigkeit vorhandenen Verbindungen als Produkte des Fäulnissprocesses betrachten, so müsste man Albuminate und Cellulose unter den Fäulnissprodukten des Harnstoffes aufzählen. Es wäre dies ebenso unstatthaft, als wenn man ein Guanolager mitsammt den darauf sitzenden Vögeln der Analyse unterwürfe.

Dass höhere Fettsäuren durch faulige Gärung entstehen, ist zwar an und für sich nicht unmöglich, aber schon aus dem Grunde sehr unwahrscheinlich, weil alle bis jetzt bekannten Gärprodukte entweder flüchtig, oder in der Flüssigkeit, in der sie sich bilden, löslich sind. Die Bildung einer unlöslichen Verbindung und noch dazu von so zusammengesetzter Constitution durch die Bewegung des Gärvorganges dürfte in mechanischer Beziehung schwer zu erklären sein.

Wenn in dem Roquefort-Käse wirklich, wie es behauptet wird, beim Reifen das Casein sich vermindert und das Fett sich vermehrt, so kann dieser Vorgang nicht von einer Gärthätigkeit abgeleitet werden, welche in diesem Stadium aufgehört hat, sondern nur von der jetzt reichlichen Schimmelvegetation, welche das Casein als Nahrung verwendet und in ihren Zellen viel Fett anhäuft.

Unmittelbar aus Albuminaten scheint dagegen das Leichenfett (Adipocire) zu entstehen. Dasselbe ist zwar nicht eigentliches Fett, sondern besteht fast bloss aus festen Fettsäuren. Es muss wohl durch einen noch unbekannten chemischen Process gebildet werden, da es nur bei Ausschluss der Fäulniss auftritt und da an eine vorausgehende Schimmelvegetation ebenfalls nicht gedacht werden kann; denn diese würde eine vollständige Verbrennung bedingen, welche beim Roquefortkäse nur durch rechtzeitige Unterbrechung des Verschimmelungsprocesses verhütet wird.

Digitized by Google

Fettmenge mehr als den n fachen Betrag zeigt; 2) dass unter gleichen Umständen um so mehr Fett gebildet wird, je lebhafter die Respiration (Oxydation durch freien Sauerstoff) vor sich geht. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass dies in aller Strenge nur für jede einzelne Pilzform gilt und dass bei der Vergleichung verschiedener Formen ein neuer Factor, die spezifische Neigung zur Fettbildung, hinzukommt.

Man könnte geneigt sein, die beiden Regeln unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt und in eine einzige Regel zusammenzufassen, weil die beiden physiologischen Momente meistens zusammentreffen und jeder Pilz um so lebhafter wächst, je mehr der freie Sauerstoff auf ihn einwirken kann. Dennoch scheint es mir vorsichtiger, sie vorläufig noch aus einander zu halten, bis durch weitere Versuche sich mehr Licht über die so complicirten Beziehungen der Ernährungsvorgänge verbreitet.

Was die Beziehung der Fettbildung zur Respiration betrifft, so tritt uns dieselbe im Allgemeinen bei einem Ueberblick über die niederen Pilze sehr deutlich entgegen. Die Schimmelpilze wachsen bloss bei Zutritt von freiem Sauerstoff und sind fettreich.. Die Bierhefe entwickelt sich bei sehr mangelhaftem Sauerstoffgenuss und ist fettarm; das Gleiche gilt für die Spaltpilze. Die an der Oberfläche der Nährflüssigkeit lebenden Schimmelpilze sind fettreicher als ihre eigenen untergetauchten Sprossformen. Zur Bildung der Sporen, welche viel Fett enthalten, ist freier Luftzutritt nothwendig. Die Sprosspilze bringen, wie bekannt, nur dann Sporen hervor, wenn sie, auf einem Substrat ausgebreitet, halb trocken liegen; selten fand ich sporentragende Sprosspilze, wenn dieselben als Häute auf den (gegorenen) Nährflüssigkeiten schwammen, wobei die obere (cuticularisirte) Seite trocken ist. Die Spaltpilze erzeugen, wie es scheint, ihre Sporen ebenfalls nie innerhalb einer Flüssigkeit, sondern nur in den oberflächlichen Decken, und zwar beobachtete

Digitized by Google

ich einige Male ganz bestimmt, dass in einer mehrschichtigen Decke bloss die Stäbchen und Fäden der obersten (unmittelbar an Luft grenzenden) Schicht sporentragend waren. In Flüssigkeiten lebende Schimmelpilze bilden nur an den in die Luft sich erhebenden Hyphen fettreiche Dauersporen.[2])

Warum die Pilze zur Erzeugung von Fett gerade Sauerstoff bedürfen, bleibt vorerst noch eine offene Frage. Es giebt noch andere Beispiele, wo die Umwandlung von sauerstoffreicheren in sauerstoffärmere Verbindungen in der organischen Welt nur unter der Einwirkung von Oxydation vor sich geht. So entsteht beim Cuticularisirungs- oder Verkorkungsprocess der Wachsüberzug an der Oberfläche der Pflanzengewebe aus Cellulose (Zucker) nur bei Luftzutritt. So ist ferner der freie Sauerstoff für die Ernährung der niederen Pilze gerade bei sauerstoffreichen Nährstoffen unentbehrlich.

Mit diesen in lebenden Organismen stattfindenden Processen können wir auch die ausserhalb derselben vor sich gehende Humification vergleichen, bei welcher Cellulose und andere Verbindungen nur unter dem Einflusse der Oxydation durch freien Sauerstoff in eine Reihe immer kohlenstoffreicherer Substanzen übergehen.

Mit Rücksicht auf die Rolle, welche die Oxydation beim Lebensprocess überhaupt spielt, möchten wir geneigt

2) In Nährflüssigkeiten, die mit einer Schicht von fettem Oel bedeckt waren, und in denen Penicillium spärlich wuchs, sah ich Schimmelfäden in die Oelschicht hinaufwachsen und daselbst schöne Sporenketten bilden, welche, beiläufig bemerkt, zwischen Objectträger und Deckglas vollkommen erhalten blieben, während dieselben sonst bei der Präparation für die mikroskopische Untersuchung gewöhnlich zerfallen. Die angeführte Erscheinung erklärt sich dadurch, dass das flüssige Fett ein schlechter Abschluss gegen Sauerstoff ist, welcher dasselbe ranzig macht und auch in die unterliegende Flüssigkeit eindringt; jedenfalls ist aber seine Wirkung an der Oberfläche der letzteren und in der Oelschicht selbst am intensivsten.

Digitized by Google

sein anzunehmen, dass sie auch bei der Fettbildung die für die chemische Umsetzung nothwendige Kraft liefere. Dies wäre unzweifelhaft, wenn das Fett und seine Nebenprodukte zusammen eine grössere Menge von gebundener Wärme enthielten, als das Material (Eiweis, Zucker), von dem sie abstammen; der Ueberschuss müsste dann von der nebenher gehenden Verbrennung erzeugt werden. Doch wissen wir darüber experimentell nichts, und dürfen selbstverständlich auch aus der hohen Verbrennungswärme des Fettes keinen Schluss ziehen.

Aber auch für den möglichen Fall, dass der Fettbildner eine grössere Menge von Spannkraft besitzen sollte als das aus demselben hervorgehende Fett sammt den übrigen Zersetzungsprodukten, bleibt jene Annahme noch immer wahrscheinlich. Wir müssen uns dann an die Analogie der Gärung erinnern, wo die Hefenzelle ebenfalls für den Zerfall jedes einzelnen Zuckermoleküls eine gewisse Kraft aufwenden muss, obgleich bei diesem Zerfall eine viel grössere Kraft frei und für physiologische Zwecke (nur nicht unmittelbar für den Gärprocess) verwendbar wird (vgl. Theorie der Gärung in den Abhandl. d. k. b. Akad. d. W. II. Cl. XIII. Bd. II. Abth.)

Die andere physiologische Beziehung der Fettbildung, nämlich zu der Intensität der Ernährung, wird uns besonders dann nahe gelegt, wenn wir die Ernten aus analog zusammengesetzten Nährflüssigkeiten von verchiedenem Concentrationsgrad mit einander vergleichen. Wir beobachten dann, dass in sehr armen Nährlösungen auch ein sehr fettarmer Schimmel wächst, und dass in reicheren Nährlösungen bis zu einem bestimmten Concentrationsgrad das Wachsthum lebhafter und der Procentgehalt an Fett grösser wird, sodass das Optimum für die Ernährung und für die Fettbildung zusammenzufallen scheinen.

Man möchte vielleicht für di ese Erscheinung darin

Digitized by Google

eine Erklärung finden, dass die ersten Nährstoffmengen zur Bildung des Plasmas und der Zellmembran verwendet werden, und dass die ärmeren Nährlösungen zur Fettbildung nicht mehr ausreichen. Doch wird bei genauerer Ueberlegung sogleich deutlich, dass damit nichts erklärt wäre; denn man könnte ja mit Recht fragen, warum nicht 10 oder 15 Proc. Albuminate und Cellulose weniger und dafür Fett erzeugt werde, oder man könnte erwidern, dass die Pilzzelle in einer entsprechend längeren Zeit der armen Nährlösung so viel Stoffe zu entziehen vermöge, um sich ganz mit Fett anzufüllen. — Wir hätten aber eine ausreichende Erklärung, wenn wir annehmen dürften, was auch gar nicht unwahrscheinlich ist, dass die Pilzzelle ihre Vegetation in jeder Nährlösung nicht über eine bestimmte Zeit ausdehnen kann, und dass, wenn sie in dieser Zeit nicht ein gewisses Mass von Nährstoffen findet, die Involution beginnt, ehe die Ernährung ihre Stadien vollständig durchlaufen hat, wobei die Fettbildung als das letzte Produkt derselben die grösste Einbusse erleidet.

Wir können die Nährstoffe, die zu den Versuchen gedient haben, nach dem Grade der Fettbildung, den sie gestatten, in eine Reihe bringen, welche zugleich eine Skala für ihre Ernährungsfähigkeit darstellt. Es werden dabei möglichst gleiche Umstände vorausgesetzt, wozu auch die Ausschliessung der Gärthätigkeit gehört. Indem wir von den ungünstigsten zu den günstigsten Nährverbindungen fortschreiten, erhalten wir folgende Stufenreihe: 1) essigsaures Ammoniak, 2) weinsaures Ammoniak, bernsteinsaures Ammoniak, Asparagin (?), 3) Leucin, 4) Eiweiss (Pepton), 5) weinsaures Ammoniak und Zucker, 6) Leucin und Zucker, 7) Eiweiss (Pepton) und Zucker. Was Eiweiss und Pepton betrifft, so ist zu bemerken, dass letzteres allerdings besser, d. h. rascher ernährt, dass aber Eiweis in löslicher Form demselben wenig nachsteht, wenn der Pilz kräftig pepto-

Digitized by Google

nisirt, und dass nur das ungelöste Eiweiss sich entschieden ungünstig erweist, weil die Lösung durch die Fermente des Pilzes und die Vertheilung in der Nährflüssigkeit allzulangsam erfolgt.

Ich habe bereits bemerkt, dass lebhaftes Wachsthum und intensive Respiration meistens zusammentreffen. In solchen Fällen bleibt es zweifelhaft, ob man die reichlichere Fettbildung mehr der einen oder anderen Ursache zuschreiben soll. Ein bemerkenswerthes Beispiel geben uns die Versuche mit Bierhefe. Die natürliche Hefe, welche in der besten Nährlösung (Pepton und Zucker) bei niedriger Temperatur und spärlicher Respiration wächst, enthält nur 5 Proc. Fett. Kunsthefe, welche mit weinsaurem Ammoniak und Zucker im Brütkasten unter Durchleitung von Luft gezogen wurde, hatte bis 12½ Proc. Fett. Dass das weinsaure Ammoniak nicht etwa die Ursache der reichlicheren Fettbildung sein konnte, ergiebt sich aus anderen Versuchen, bei denen unter übrigens gleichen Umständen weinsaures Ammoniak sich ungünstiger verhält als Eiweiss, und weinsaures Ammoniak mit Zucker ungünstiger als Eiweiss mit Zucker. Der grössere Fettgehalt der Kunsthefe hängt damit zusammen, dass dieselbe trotz der ungünstigeren Nahrung wegen der höheren Temperatur, der vermehrten Respiration und der gesteigerten Gärung auch ein viel lebhafteres Wachsthum zeigte. In 24 Stunden wurden von einem Gramm Hefe (Trockengewicht) 40 Gramm Rohrzucker vergoren; es ist dies die lebhafteste bis jetzt beobachtete Vergärung von Zucker. In 64 Stunden vermehrte sich die Trockensubstanz der Hefe auf das 12fache; es ist dies ebenfalls die lebhafteste bis jetzt beobachtete Vermehrung.

Ich mache schliesslich noch einige Bemerkungen betreffend die Beurtheilung der Versuche überhaupt und auch der nachher beschriebenen.

Man ist im Allgemeinen geneigt, der chemischen Be-

Digitized by Google

schaffenheit der Nährstoffe einen viel grösseren Einfluss auf die Ernährung zuzuschreiben, als ihr wirklich zukommt. Diess gilt für die Pilze noch viel mehr als für alle anderen Organismen. Bezüglich der Fettbildung würde man einen Fehler begehen, wenn man aus irgend welchen einmaligen oder auch mehrmahligen Versuchen schliessen wollte, dass dieselbe durch eine bestimmte chemische Verbindung begünstigt werde. Man wäre dazu erst berechtigt, wenn auch alle übrigen inneren und äusseren Umstände gleich gesetzt, und einzig die chemische Beschaffenheit in den Versuchen verschieden wäre. Wir müssen in der Beurtheilung um so vorsichtiger sein, als die grosse Mehrzahl der sicheren Thatsachen uns beweist, dass die chemische Zusammensetzung der Nährsubstanzen gegenüber den anderen inneren u äusseren Umständen eine verschwindend kleine Wirkun ausübt.

Bezüglich dieser Umstände sind 4 Gruppen zu unterscheiden: 1) die specifische (systematische) Natur des Pilzes, 2) der biologische und Entwicklungszustand, in dem er sich befindet, 3) die Beschaffenheit der Umgebung, namentlich die Temperatur, der Feuchtigkeitszustand, der Zutritt von Sauerstoff, 4) die physiologischen Vorgänge der Ernährung, soweit dieselben von den aufgenommenen chemischen Verbindungen unabhängig sind. Wir haben somit für die Beurtheilung der Kulturresultate folgende 4 Regeln festzuhalten.

1) Nur Vegetationen der gleichen Species und Varietät von Pilzen dürfen mit einander verglichen werden. Eine weitere Bemerkung hiezu ist überflüssig.

2) Nur gleiche Zustände eines Pilzes dürfen mit einander verglichen werden, – also beispielsweise nicht die Hyphenform und die Sprosshefenform eines Mucor, ferner nicht der vegetative und der reproduktive Zustand, nicht das Evolutions- und das Involutionsstadium eines Pilzes. Aus

diesem Grunde giebt es kaum zwei Versuche, die in aller Strenge einen Schluss auf die Wirkung der Nährstoffe bezüglich der Fettbildung gestatten, weil in jedem Versuch junge Zellen, ausgewachsene Zellen, altersschwache Zellen und abgestorbene Zellen, solche die keine Sporen bilden und solche, die sich in irgend einem Stadium der Sporenbildung befinden, mit einander gemengt sind und weil das Verhältniss der Gemengtheile jedes Mal ein anderes ist.

3. Nur wenn die äusseren Umstände, unter denen eine Kultur stattfindet, ganz dieselben sind, ist ein Vergleich gestattet. Es lassen sich nun zwar die Verhältnisse in verschiedenen Beziehungen ganz gleich machen, so bezüglich der Temperatur, ferner, wenn eine Nährlösung angewendet wird, bezüglich der Form und Grösse des Gefässes, der Oberfläche und der Tiefe der Flüssigkeit, bezüglich des Umschüttelns, — alles Dinge, die unter Umständen sehr wichtig sein können. Aber es giebt andere Beziehungen, in denen es ausser der Macht des Experimentators liegt, eine vollkommene Gleichheit herzustellen. Schon der Zutritt des Sauerstoffs kann nicht gleichartig geregelt werden, weil derselbe bei der nämlichen Vorrichtung durch den ungleichen Verbrauch bestimmt wird.

Noch viel grössere Störungen erfolgen durch die ungleiche räumliche Vertheilung der Pilze. Um dieselben möglichst zu beschränken, ist die Anwendung von Nährlösungen unbedingt geboten, weil die Diffussion, unterstützt durch periodisches Umschütteln, eine gleichmässige Vertheilung der Nährstoffe bewirkt. Aber auch in diesem günstigsten Falle sind immer Verschiedenheiten zwischen sonst zwei ganz gleichen Kulturen vorhanden und können selbst zu einer den Versuch ganz unbrauchbar machenden Grösse anwachsen, weil die Pilze theils an der Oberfläche der Flüssigkeit theils untergetaucht leben. Jene erhalten reichlicheren Sauerstoff, diese fast gar keinen. Die Ernährung

Digitized by Google

und auch die Fettbildung geschieht daher bei den einen und anderen in ungleicher Weise; die an der Oberfläche schwimmenden sind die fettreicheren. Da nun das Mengenverhältniss der oberflächlichen und untergetauchten Individuen nie übereinstimmt und oft sehr grosse Verschiedenheiten zeigt, so ist auch in dieser Beziehung die Möglichkeit des Vorhandenseins von Fehlerquellen bei der Beurtheilung der Versuche immer ins Auge zu fassen.

4. Nur wenn die physiologischen Processe in zwei Pilzvegetationen gleichartig verlaufen, darf auch die Fettbildung zu einer unmittelbaren Vergleichung benutzt werden. Diese physiologischen Vorgänge sind uns vorerst nur in ihrer allgemeinsten Form bekannt, bieten aber in dieser allgemeinen Form schon sehr grosse Verschiedenheiten dar.

Von dem Nährmaterial, das der Pilzzelle zur Verfügung steht, verwendet sie einen Theil zur Nahrung, einen anderen Theil verbrennt sie. Beide Mengen lassen sich quantitativ genau feststellen aus dem Gesammtverbrauch der Nährstoffmenge und aus der Zunahme der Pilzsubstanz. Das Verhältniss der beiden Processe übt einen Einfluss auf jeden einzelnen Vorgang des vitalen Chemismus und namentlich auch auf die Fettbildung aus. Wenn es in zwei Versuchen nicht gleich ausfällt, so liegt möglicher Weise abermals eine Fehlerquelle vor, welche die strenge Beurtheilung des Einflusses der chemischen Beschaffenheit der Nährstoffe auf die Fettbildung unsicher macht. Es hängt nämlich die Intensität der Oxydation nicht bloss von dieser chemischen Beschaffenheit ab, sondern auch von der Menge des zutretenden Sauerstoffs, ferner von dem Entwicklungsstadium der Zelle und von anderen noch unbekannten Eigenthümlichkeiten der morphologischen und physiologischen Verhältnisse.

Berücksichtigt man die 4 genannten Bedingungen, so ist leicht einzusehen, dass aus wenigen Versuchen kein Schluss auf die Wirkung der verschiedenen Nährstoffe be-

Digitized by Google

züglich der Fettbildung gezogen werden darf, und dass es nur durch zahlreiche Versuchsreihen möglich würde, die Fehlerquellen aufzudecken und die Fehler in den Schlussfolgerungen zu beseitigen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass eine Versuchsreihe (wie beispielsweise I unter den nachher aufgeführten), zum zweiten Mal in ganz gleicher Weise wiederholt, im Einzelnen andere Zahlen ergeben und die Resultate verwandter Nährlösungen vielleicht geradezu umkehren würde.

Um das Gesagte zu erläutern und thatsächlich zu belegen, mache ich auf einige Beispiele aufmerksam. In der Versuchsreihe I enthielt der in weinsauerem Ammoniak gewachsene Schimmel (a) 6,7 Proc. derjenige in bernsteinsaurem Ammoniak (c) 11,1 Proc. Fettsäuren. Bei einem gleichen Gesammtverbrauch gab letztere Nährlösung eine fast doppelt so grosse Ernte (nämlich 0,53 gegen 0,31 g.) und dem entsprechend einen fettreicheren Schimmel. Ob aber dieser Erfolg der chemischen Verbindung zuzuschreiben sei, ist aus sonstigen Beobachtungen sehr fraglich; wahrscheinlich rührte er von irgend einem anderen Umstande her.

In der Versuchsreihe II gaben 100 g. Nährlösung mit 1 Proc. weinsaurem Ammoniak und 1 Proc. Weinsäure (a) 0,108 g. Ernte und 8,08 Proc. Fettsäuren, — dagegen 100 g. Nährlösung mit 1 Proc. Pepton (d) 0,175 g. Ernte und 7,32 Proc. Fettsäuren. Man könnte daraus schliessen wollen, dass das Ammoniaksalz zwar auf die Ernährung überhaupt weniger günstig, dagegen gerade auf die Fettbildung günstig wirke. Auch bei einem andern Versuch war die Ernte des weinsauren Ammoniaks fettreich. Dass eine solche Schlussfolgerung aber unrichtig wäre, zeigt der Zusammenhalt mit folgenden Ergebnissen. Bei der Versuchsreihe I betrug die Ernte des mit 1 Proc. weinsaurem Ammoniak und 1 Proc. Weinsäure ernährten Schimmels (d) auf 100 g. Nährlösung

Digitized by Google

0,106 g. und der Gehalt an Fettsäuren 7,58 Proc., — die Ernte des in 1 proc. Eiweisslösung gewachsenen Schimmels dagegen (k) auf 100 g. Nährlösung 0,172 g. und der Gehalt an Fettsäuren 11,25 proc. Ferner ergaben 100 g. Nährflüssigkeit mit 1 proc. weinsaurem Ammoniak, 1 Proc. Weinsäure und 5 Proc. Rohrzucker (II, c) 0,767 g. Ernte mit 12,35 Proc. Fettsäuren, — dagegen 100 g. Nährflüssigkeit mit 1 Proc. Eiweis und nur 2 Proc. Rohrzucker (I, p) 0,597 g. Ernte mit 18.10 Proc. Fettsäuren (es war dies der höchste in den Versuchen erreichte Fettgehalt). Ich bemerke hiezu, dass Pepton und lösliches Eiweiss sich als Nährstoffe für Schimmel im Allgemeinen gleich verhalten.

Wir haben also bei den eben angeführten Versuchen bezüglich des Vergleiches von Weinsäure und Ammoniak mit löslichem Eiweiss (oder Pepton) drei sich widersprechende Ergebnisse. Ein Mal gibt Weinsäure und Ammoniak ein geringeres Erntegewicht und einen grösseren procentigen Fettgehalt, ein anderes Mal ein geringeres Erntegewicht und einen geringeren Fettgehalt und ein drittes Mal ein grösseres Erntegewicht und einen geringeren Procentgehalt an Fetten. Ohne Zweifel ist in dem zweiten Ergebniss (schwächere Ernährung mit geringerer Fettbildung) die Norm für diejenigen Fälle ausgesprochen, in denen die übrigen Umstände sich gleich verhalten.

In der Versuchsreihe III enthielten die 6 Lösungen bei gleichen und zwar geringen Mengen stickstoffhaltiger Nahrung ungleiche Mengen von Zucker. Da alle anderen Verhältnisse, so weit es in der Macht des Experimentators liegt, gleich waren, so sollte auch, mag der Zucker auf die Fettbildung irgend welchen Einfluss haben, eine seiner Menge entsprechende stätige Aenderung in den Resultaten gefunden werden. Dies war aber nicht der Fall; schon die Erntemenge zeigte die zu erwartende Progression nicht, indem ausnahmsweise die 1,0 procentige Zuckerlösung (c) weniger

Digitized by Google

Schimmel bildete als die 0,5 procentige (b) und ebenso die 10 procentige (c) weniger als die 5 procentige (d). Ebenso enthielt der vereinigte Schimmel der 0,1 und 0,5 proc. Zuckerlösung (a und b) 15,84 Proc. Fettsäuren, derjenige der 5 proc. Lösung (d) 14,36 und derjenige der 15 proc. Lösung (f) 23,13 Proc. Fettsäuren, während unter gleichen äusseren und inneren Umständen die 5 proc. Lösung nothwendig einen Schimmel mit mittlerem Fettgehalt erzeugen müsste.

Indessen hatten sich schon, während die Versuche dieser Reihe im Gange waren, Störungen, wenn auch nicht in dem Masse wie es wirklich der Fall war, voraus sehen lassen, indem in den Kolben c und e eine verhältnissmässig grössere Menge untergetauchter und eine kleinere Menge schwimmender Schimmelrasen sich befanden als in a, b, d und f. — Diese Versuchsreihe lehrt deutlich, wie vorsichtig man überhaupt bei der Beurtheilung von Pilzkulturen sein muss, und wie nöthig es ist, dass man sich jedes Mal die Frage stelle, ob ein bestimmtes Resultat wirklich von der chemischen Mischung der Nährlösung oder von irgend einer anderen Ursache bedingt wurde. In dem vorliegenden Falle ist es ja unzweifelhaft, dass bei gleichartigem Verlauf der Vegetation das Gewicht der Ernte und der procentige Fettgehalt von a bis zu f stätig hätten zunehmen müssen.

Die nachstehenden Versuche sind von Herrn Dr. O. Löw, Adjunct am pflanzenphysiologischen Institut, beschrieben.

I.

Es ist wohl eine längst beobachtete Thatsache, dass Schimmelvegetation sich auf den verschiedenartigsten organischen Substanzen zu entwickeln vermag, aber über das Verhältniss in welchem der Verbrauch an organischer Materie zu einer gegebenen Menge der gebildeten Pilzmasse steht, über die relativen Mengen, welche in einer gewissen

Digitized by Google

Zeit von einem Schimmelrasen von bestimmter Grösse verbrannt und über die Mengen Fett, welche aus verschiedenen Materien hiebei gebildet werden, ist noch nichts Näheres bekannt.

Um über diese Fragen Aufschluss zu erhalten, wurden folgende Versuchsreihen angestellt. Die mit Schimmelsporen besäten Nährlösungen enthielten 1 — 3 pC. verschiedener organischer Stoffe und von unorganischen Nährsalzen: 0,1 pC. Dikaliumphosphat, 0,032 pC. schwefelsaure Magnesia und 0,004 pC. Chlorcalcium.

Zur Verhinderung von störender Spaltpilz-Entwicklung diente ein Zusatz von Phosphorsäure und zwar erhielten die Nährlösungen mit weinsaurem und bernsteinsaurem Ammon je 1 pC., die übrigen 0,5 pC.; nur die aus Albumin mit Weinsäure, weinsaurem Ammon mit Weinsäure, und die aus essigsaurem Ammon mit Weinsäure bestehenden erhielten keinen Zusatz, da hier die freie Weinsäure den Spaltpilzen gegenüber hinreichende antiseptische Dienste that.

Die Kolben wurden mit Baumwollpfropf nur locker verschlossen, um Eintritt von Luft und Austritt gebildeter Kohlensäure zu gestatten und waren nur zur Hälfte mit der Nährlösung — von welcher stets 500 cc. angewendet wurden — gefüllt. Sie wurden von Zeit zu Zeit umgeschwenkt um neuem Schimmelrasen Platz zu geben und die obere durch die Schimmelentwicklung verdünnter gewordene Schichte der Nährlösung mit den unteren noch weniger angegriffenen Schichten gleichmässig zu mischen. Die Bewegungen der Schichten verschiedener Concentration machten sich dabei deutlich dem Auge bemerkbar.

Die Ernte wurde nach Ablauf mehrerer Wochen abfiltrirt und bei 100° getrocknet; vom Filtrat wurde behufs Bestimmung des Verbrauchs ein Theil verdunstet und ebenfalls bei 100° getrocknet. Bei der aus essigsaurem Ammon

Digitized by Google

bestehenden Nährlösung wurde die unverbrauchte Essigsäure in das Bariumsalz übergeführt und aus dem daraus erhaltenen Bariumsulfat die Essigsäure berechnet.

Da durch die Oxydationstüchtigkeit des Schimmels stets ein sehr erheblicher Antheil Kohlenstoff und Wasserstoff oxydirt wurde, der Stickstoff aber zum grössten Theile als Ammoniak in der Flüssigkeit verblieb, so musste die ursprünglich saure Reaction allmälig in eine neutrale übergehen und dieser Fall trat in der That häufig ein. Bei der Asparagin-Nährlösung war sogar die Reaction schwach alkalisch geworden. Wo die Reaction noch in mässigem Grade sauer war, wurde mit titrirter Natronlösung nahezu neutralisirt und am Trockengewicht die nöthige Correctur angebracht.

Da der Schimmel keine organischen Ausscheidungsprodukte liefert, die er nicht wieder verwenden könnte, und das aus stickstoffhaltigen Körpern vom Schimmel abgespaltene Ammoniak selbst wieder ein guter Baustoff ist, so lange eine verwendbare Kohlenstoff und Wasserstoff enthaltende Substanz anwesend ist, so konnte wohl ohne erheblichen Fehler das Trockengewicht des Filtrats nach Abzug der Nährsalze und Phosphorsäure als unverbrauchte organische Nährsubstanz angesehen werden.

Unter „Verbrauch" ist hier also die Menge der aus der Nährlösung verschwundenen Substanz verstanden, somit die Summe der Schimmelernte und der durch Oxydation in die Form von Kohlensäure und Wasser (mit einer kleinen Beimengung von Stickstoff) übergegangenen Materie.

Die Fettbestimmung in den Ernten geschah nach der früher erwähnten Methode, welche ich bei der Hefe anwandte [3]), nämlich durch Wägung der Fettsäuren (im

---

3) Sitzungsberichte der k. bayr. Academie der Wissenschaften. 4. Mai 1878.

Digitized by Google

Wesentlichen aus Oelsäure bestehend) nach vorausgegangener Zerstörung der Zellmembran mittelst Salzsäure.

Statt jeden Fall speciell zu beschreiben wurde der Uebersicht halber die beigefügte Tabelle hergestellt, aus welcher das Erntegewicht, der Verbrauch und Fettgehalt [4]) bei verschiedener Ernährung des Schimmelpilzes ersichtlich ist. Die Unterschiede, welche sich aus dem Vergleich zwischen der Menge verbrannter Materie — welche im Allgemeinen um so grösser ist, je sauerstoffreicher die Nährsubstanz bereits ist — und dem Erntegewicht in den verschiedenen Fällen ergeben, sind sehr in die Augen fallend und selbst in dem günstigsten Falle, nämlich der Ernährung mit Eiweiss und Zucker übertrifft die Menge der durch Oxydation verschwundenen Substanz das Gewicht des gebildeten Schimmels um das Doppelte.

Das Verhältniss der Schimmelernte zur verbrannten Substanz ist kein völlig unveränderliches, sondern schwankt zwischen gewissen Gränzwerthen, welche durch Concentration der Nährlösung, stärkeren oder geringeren Luftzutritt, Temperatur, Grad der Ansäuerung, Ruhe oder öfteres Bewegtwerden und andre Factoren bestimmt werden. Indessen dürfen unsere Zahlen — besonders da wo die Concentration der Nährlösung die gleiche war — wohl einen allgemeinen Vergleichswerth beanspruchen, da die wichtigeren Factoren (Temperatur, Luftzutritt) möglichst gleich hergestellt wurden.

4) Das Fett erwies sich stets von einer kleinen Menge Cholesterin begleitet. Es scheint als ob die Bildung beider Substanzen unter denselben Bedingungen zu Stande komme, nämlich durch Zusammentreten von bei der Oxydation übrig bleibenden Resten. Möglicherweise hängt auch im Thierkörper die Entstehung beider aus fettfreien Nahrungsmitteln aufs Innigste zusammen und vielleicht von einander ab. —

Tabelle über den Verbrauch und die Fettbildung des Schimmelpilzes. (Penicillium.)

Angewandte Nährlösung	Tage der Vegetationszeit	Verbrauch in grm	Gesammt-Verbrauch in Procenten der angewendeten Nährsubstanz	Ernte in grm	Ernte in Procenten des Gesammt-Verbrauchs	Verbrannt, grm	Verhältniss des Erntegew. zur verbrannten Substanz	Fettsäuren in Procenten des Schimmels	Fettsäuren in Procenten des Total-Verbrauchs
a. Weinsaures Ammon 1%	56	2,82	56,4	0,308	10,9	2,51	1:8,2	6,67	0.727
b. Essigsaures Ammon 1,23%	17	1,96	31,8	0,284	14,5	1,68	1:5,8	nicht best.	—
c. Bernsteinsaures Ammon 1%	48	2,70	54,0	0,534	19,8	1,17	1:4,5	11,11	2,199
d. Weinsaures Ammon 1% und Weinsäure 1%	60	5,19	51,9	0,518	10,0	4,57	1:9,0	7,58	0,758
e. Essigsaures Ammon 0,6% und Weinsäure 1,2%	34	4,42	49,1	0,940	21,2	3,48	1:3,7	nicht best.	—
f. Zucker 4,8% und Salmiak 0,8%	34	7,40	26,4	1,496	20,2	5,91	1:4,0	6,69	1,351
g. Asparagin 1%	56	3,48	69,6	0,795	22,8	2,69	1:3,4	7,06	1.609
h. Leucin 1%	28	3,05	61,0	0,905	29,7	2,15	1:2,3	11,50	3,415
i. Leucin 3%	28	5,25	35,0	1,130	21,5	4,12	1:3,6	nicht best.	—
k. Albumin 1%	52	3,72	74,4	0,861	23,2	2,86	1:3,3	11,25	6,610
l. Albumin 1% u. Weinsäure 1%	52	4,58	45,8	1,124	24,5	3,46	1:3,1	12,22	2,994
m. Albumin 1% und Leucin 1%	48	2,20	22,0	0,563	25,6	1,64	1:2,9	14,92	3.819
n. Pepton 1% und Leucin 1%	55	4,54	44,5	1,101	24,9	3,35	1:3,0	14,83	3,693
o. Leucin 1% und Zucker 2%	51	11,52	76,8	2,873	24,9	8,65	1:3,0	17,66	4,397
p. Eiweiss 1% und Zucker 2%	52	9,08	60,5	2,984	32,8	6,10	1:2,0	18,10	5,937

Digitized by Google

II.

Bei siner andern, früheren Versuchsreihe wurden Weinsäure und Zucker mit Albumin und Pepton bezüglich der Fettbildung in dem darauf gewachsenen Schimmel verglichen. Die Versuche[5]) waren folgende:

a) 500 g. Wasser, 5 weinsaures Ammon, 5 Weinsäure,

b) 500 g. Wasser, 50 Rohrzucker, 0,5 Phosphorsäure, 5 salpetersaures Kali; nach mehreren Wochen wurden noch 2 g. Salpetersäure zugesetzt,

c) 300 g. Wasser, 15 Rohrzucker, 3 weinsaures Ammon, 3 Weinsäure,

d) 300 g. Wasser, 3 Pepton, 2 Phosphorsäure,

e) 300 g. Wasser, 3 Albumin, 2 Phosphorsäure,

f) wie e, aber statt des gelösten, wurde hier unlösliches Eiweiss verwendet.

Nach Ablauf von zwei Monaten wurde der gebildete Schimmel bei 100° getrocknet gewogen und der Gehalt an Fettsäuren bestimmt. Was Versuch c betrifft, so wurde eine Bestimmung der noch vorhandenen Weinsäure und des Zuckers angeführt, um festzustellen, von welchem Material n dieser Mischung mehr verbraucht wurde. Die Titration ergab, dass noch 0,80 g. Zucker vorhanden waren. Von Gärungs- und organischen Oxydationsprodukten wurde nichts vorgefunden, wenigstens wurde auf Ameisensäure, Oxalsäure, Essigsäure, Buttersäure und Milchsäure vergeblich geprüft. Durch Ausschütteln einer angesäuerten eingedampften Portion mit Aether wurde eine sehr geringe Menge einer öligen, in Wasser schwerlöslichen Substanz erhalten. Eine andere Probe des Filtrats zur Trockne ver-

5) Als Nährsalze dienten hiebei:

0,1 pC. Dikaliumphosphat,
0,016 pC. Magnesiumsulphat,
0,005 pC. Chlorcalcium,
0,017 pC. Ammonsulphat.

bei grösserer Concentraction auch mehr Substanz für die Einheit des Erntegewichts verbrannt.

Bei der Bestimmung der Fettsäuren wurden die Ernten a und b vereinigt, da sonst die einzelnen Mengen für eine genaue Bestimmung etwas zu gering gewesen wären. Die Resultate waren:

0,505 g.	(a+b)	gaben	0,080	Fettsäuren	15,84 pC.
0,710 g.	(d)	„	0,102	„	= 14,36 pC.
1,228 g.	(f)	„	0,284	„	= 23,13 pC.

Der an Fett reiche Schimmel f war auch verhältnissmässig reich an Cellulose, denn der Stickstoffgehalt betrug nur 2,55 pC., entsprechend 16 pC. Eiweiss. Wenn der Gehalt an Aschenbestandtheilen und „Extractivstoffen" hoch angeschlagen wird, so muss die Cellulose hier noch an 50 pC. betragen haben.

IV.

Um das Verhalten des Schimmels nach völligem Verbrauch der Nährlösung kennen zu lernen, wurden 3 Kolben mit 500 cc. einer 1 procentigen Albuminlösung[7]) beschickt und die Untersuchung nach verschieden langen Perioden vorgenommen. Die Ernte betrug nach 52 Tagen bei der ersten Flasche 0,861 g.[8]) In der Flüssigkeit fanden sich noch circa 15 pC. des angewandten Albumins vor, welches in Pepton übergegangen war, ferner eine erhebliche Menge Ammoniak. Weder Harnstoff noch Harnsäure liessen sich nachweisen, dagegen schienen geringe Spuren von Xanthin vorhanden zu sein.

---

7) Das verwendete lösliche Hühnereiweiss wurde stets vor seiner Verwendung im feingepulverten Zustande mit Chloroform behandelt um es von Lecithin und Fett zu befreien.

8) Dieser Schimmel enthielt 7,57 pC. Stickstoff, während ein auf einer aus Zucker (5 pC.) und saurem Ammontartrat (6 pC.) bestehenden Nährlösung gezogener nur 5,51 pC. gab.

Digitized by Google

Nachtrag zur Sitzung vom 1. März 1879.

Herr Volhard legt vor:

Zur Scheidung der Schwermetalle der Schwefelammoniumgruppe von Clemens Zimmermann.

Wenn man die einzelnen Gruppen in der anorganischen chemischen Analyse bezüglich der in ihnen vorhandenen Trennungsmethoden näher in's Auge fasst, so findet man einerseits, dass in keiner derselben eine solche Fülle von Scheidungsmethoden existirt, als in der vierten, sogenannten Schwefelammoniumgruppe, die die Schwermetalle Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Zink und Uran umfasst, andrerseits aber auch, dass die meisten dieser Methoden unsichere Resultate liefern oder langwierige Manipulationen bedingen, unter die ich vor Allem wiederholte Fällung etc. rechne.

Der Grund dieser Erscheinung liegt wohl hauptsächlich in dem zu unsteten chemischen Charakter und der grossen Aehnlichkeit der in die vierte Gruppe gehörenden Metalle und ihrer Verbindungen. Daraus erklärt es sich auch, dass man seine Zuflucht zu sonst in der Analyse weniger gebräuchlichen Scheidungsmitteln nahm, wie diess die zahlreichen organischen Verbindungen, denen wir in dieser Gruppe begegnen, sind: es gehört hierher vor Allem die

Digitized by Google

Scheidung des Zinks, das man aus ameisensaurer, essigsaurer, citronensauer, cyankalischer Lösung etc als Schwefelmetall fällte. Auch die Methode, die in Folgendem dargelegt werden soll, beruht auf der Anwendung einer organischen Substanz: des Schwefelcyanammoniums.

Es ist diess eine Verbindung, die bisher in der chemischen Analyse noch sehr wenig Eingang gefunden hat; in der Gewichtsanalyse ist mir nur seine Verwendung im Rivot'schen Verfahren [1]) bekannt, der Kupfer bei Gegenwart einer reducirenden Säure, wie schweflige oder unterphosphorige Säure, durch Rhodanammonium als weisses Kupferrhodanür (CuCNS) fällt, den ausgewaschenen und getrockneten Niederschlag mit Schwefelblumen mengt, nach dem Rose'schen Verfahren im Wasserstoffstrom glüht oder das gefällte Kupferrhodanür bei 100° C. trocknet und wägt; in der Massanalyse fand das Schwefelcyanammonium eine ausgezeichnete Verwendung in den Volhard'schen Titrirmethoden [2]) des Silbers, der Halogene etc. Von den Schwefelcyanmetallen sind nur das Kupferrhodanür, Quecksilberrhodanid, Rhodansilber und Goldrhodanid unlöslich in Wasser, während die Schwefelcyanverbindungen der Metalle der Schwefel-Ammoniumgruppe sämmtlich darin löslich sind. Schwefelcyanzink bildet wasserfreie, farblose Krystalle; Uranrhodanür eine dunkelgrüne, krystallinische Masse; Uranrhodanid leicht in Wasser lösliche Krystalle; Rhodannickel, das man durch Sättigen der Rhodanwasserstoffsäure mit frisch gefälltem Nickelhydroxydul erhält, bildet eine grüne, nicht krystallisirende Flüssigkeit, die zu einem gelben krystallinischen Pulver eintrocknet und sich in Ammoniak mit blauer Farbe löst und daraus blaue Krystalle absetzt; Rhodancobalt, das man durch Lösen von frisch

1) Compt. rend. 38.868. J. f. pract. Chem. 62.252.

2) Anal. Chem. u. Pharm. 190.

Digitized by Google

gefälltem Kobalthydroxydul in Rhodanwasserstoffsäure erhält, bildet eine rothbraune Flüssigkeit, die beim Abdampfen blau wird und eine krystallinische, gelblichbraune Masse abscheidet, die sich mit Ammoniak verbindet; Claus hat es in schönen dunkelvioletten Prismen erhalten; Rhodanmangan bildet ein in Wasser leicht lösliches Salz; Eisenrhodanür ($(CNS)^2 Fe + 3 H^2O$) grosse grüne klinorhombische Prismen, die sich an der Luft rasch verändern; Eisenrhodanid ($(CNS)^3 Fe + 3H^2O$) endlich eine braunrothe, fast schwarze, krystallinische Masse, die zerfliesslich und in Wasser und Alkohol leicht löslich ist. Claus hat es auch in kleinen würfelförmigen, dunkel schwarzrothen, schwach messinggrün glänzenden Krystallen erhalten. Letztere Verbindung ist die charakteristischste aller Rhodanmetalle; da wir in nachstehenden Methoden vielfach der Bildung dieses Eisenrhodanids begegnen werden, so erwähne ich gleich hier, dass man bei Prüfung auf Spuren von Eisenoxydverbindungen viel Rhodanammonium zusetzen muss, um die blutrothe Farbe hervorzurufen, andererseits bei Prüfung auf Spuren von Rhodanverbindungen viel Eisenoxydsalz zu demselben Zwecke nöthig ist.

I.

Scheidung des Zinks von den übrigen Metallen der Schwefelammoniumgruppe durch Rhodanammonium.

Versetzt man eine Zinkoxydsalzlösung mit secundärem Natriumcarbonat bis zur alkalischen Reaktion der Flüssigkeit und fügt dann Rhodanammoniumlösung zu, so löst sich der vorher entstandene Niederschlag von basischem Zinkcarbonat wieder völlig auf; das gleiche Verhalten zeigen Nickel- und Kobalt-Oxydulsalze; Mangano-, Ferro- und Ferrisalze werden dagegen, durch Natriumcarbonat zur Fällung gebracht, durch zugefügtes Rhodanammonium nicht

mehr gelöst. Uranisalze lösen sich schon im geringsten Ueberschuss von Natriumcarbonat und werden durch Schwefelcyanammonium nicht weiter alterirt. Behandelt man auf solche Weise erhaltene Lösungen, resp. Niederschläge mit Schwefelwasserstoffgas, so erhält man die Schwefelverbindungen obiger Metalle als Niederschläge, nur Uranisalze werden nicht gefällt, sondern die Lösungen derselben lediglich dunkler gefärbt. Das Rhodanammonium spielt also bei allen diesen Reaktionen nur die Rolle eines Ammoniumsalzes. Anders gestaltet sich der Vorgang, sobald man die ursprünglichen Metallsalzlösungen mit Natriumcarbonat nur möglichst neutralisirt, bis eben ein geringer Niederschlag entsteht und dann Schwefelwasserstoffgas einleitet.

Es wird in diesem Falle lediglich das Zink als Schwefelzink gefällt, während die übrigen Metalle der Schwefelammoniumgruppe in Lösung bleiben, indem die gebildete Rhodanwasserstoffsäure, eine Säure, die stärker als Essigsäure ist, die Bildung ihrer Schwefelverbindungen verhindert; auf diesem Verhalten der Zinkoxydsalze nun beruht meine neue Methode der Scheidung des Zinks von Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel und Uran. Fast sämmtliche bisherige Trennungsmethoden des Zinks von anderen Metallen der Schwefelammoniumgruppe verlangen seine Fällung als Schwefelmetall; es werden hierbei, wie schon früher erwähnt, hauptsächlich organische Verbindungen in Anwendung gebracht. So fällt man vor Allem das Zink aus essigsaurer Lösung mittelst Schwefelwasserstoff, wodurch man es von Nickel, Kobalt und Mangan scheidet. Diese Methode, von Smith und Brunner [3]) angegeben, liefert gute Resultate; sehr häufig aber mengen sich geringe Quantitäten Schwefelnickel oder Schwefelkobalt dem Zinksulfid bei. Von Nickel lässt sich

3) Dinglers polyt. Journ. 150. 369.

Digitized by Google

ferner das Zink nach der Wöhler'schen Methode [4]) in cyankalischer Lösung trennen, indem in dieser Lösung lediglich das Zink durch Einfach-Schwefelkalium gefällt wird, während Nickel nicht dadurch alterirt wird; das gefällte Schwefelzink ist aber in Folge seiner schleimigen Beschaffenheit schwer zu filtriren.

Es gab ferner Delffs [5]) eine Methode an, aus ameisensaurer Lösung das Zink durch Schwefelwasserstoff zu fällen, und es dadurch von Nickel etc. zu trennen; die neueste Methode von Beilstein [6]) lässt das Zink aus citronensaurer Lösung als Sulfid fällen, was sich sehr gut bewährt und zur Trennung des Zinks von allen übrigen Metallen der Schwefelammoniumgruppe benützt werden kann; leider verursacht die Citronensäure bei der nachherigen Scheidung der in Lösung gebliebenen Metalle einige Unannehmlichkeiten.

Das Verfahren bei meiner Methode ist nun Folgendes: Man setzt zu der zu behandelnden Flüssigkeit, die ausser Zink-Oxydsalz eine beliebige Anzahl der übrigen Metalle der vierten Gruppe, Eisen und Uran aber in der Form von Oxydverbindungen enthält, falls sie sauer reagirt, vorsichtig secundäres Natriumcarbonat zu, bis eben eine geringe Trübung eintritt, die Flüssigkeit also möglichst neutral gemacht ist; es ist Hauptbedingung für das Gelingen dieser Methode, dass die Flüssigkeit weder alkalisch noch sauer reagire [7]). Man bringt sodann einen Ueberschuss einer nicht zu ver-

---

4) Annal. d. Ch. u. Pharm. 89. 376.

5) Zeitschrift f. pharm. Chemie 1860. 4.,

6) Berichte der d. chem. Gesellschaft. 1878. 1715. 1848.

7) Ist Eisenoxydsalz vorhanden, so gibt die blutrothe Farbe des Eisen-Rhodanids leicht die Möglichkeit an die Hand, ein Alkalischwerden der Flüssigkeit zu vermeiden, indem durch überschüssiges Alkali die charakteristische rothe Farbe verschwindet.

Digitized by Google

dünnten Rhodanammoniumlösung in selbe, spült die Wände des Gefässes (man bedient sich am Besten eines Erlenmeyerschen Kolbens) sorgfältig mit Wasser ab, erwärmt auf circa 60—70° C. und leitet dann einen sehr mässigen Strom von Schwefelwasserstoffgas zu wiederholten Malen nicht zu lange ein, bis der Geruch nach diesem Gase bei einigem Stehen der Flüssigkeit an der Luft nicht mehr verschwindet; während des Einleitens bemerkt man zuerst nur das Auftreten einer milchig weissen Trübung der Flüssigkeit, erst nach längerer Zeit scheidet sich in immer dichter werdenden Wolken Schwefelzink ab. Man lässt sodann die Flüssigkeit in mässiger Wärme stehen, bis sich alles Schwefelzink zu Boden gesetzt hat, die überstehende Flüssigkeit ganz klar geworden ist, was nach ungefähr sechs Stunden eintritt, worauf man filtrirt, das weisse Schwefelzink mit Schwefelwasserstoff- und Rhodanammonium-haltigem Wasser wäscht und trocknet. Das aus der rhodanwasserstoffsauren Lösung gefällte Zinksulfid ist von weisser Farbe, feinpulvrig und filtrirt sich gut; es wird sämmtliches Zink und zwar frei von den übrigen anwesenden Schwermetallen der Schwefelammoniumgruppe abgeschieden; das getrocknete Zinksulfid kann man entweder nach Rose [8]) behandeln, indem man es im Wasserstoffstrom glüht oder man wendet eine Methode an, die mir von Herrn Prof. Dr. Volhard privatim mitgetheilt wurde und sehr scharfe Zahlen gibt. Es beruht selbe auf der Umsetzung von Zinkchlorid in nicht flüchtiges Zinkoxyd, wenn man es mit geschlämmtem Quecksilberoxyd glüht. Man löst also das oben erhaltene Zinksulfid in Chlorwasserstoffsäure, dampft in einer gewogenen Platinschale zur Trockene auf dem Wasserbade ab, setzt reines, alkalifreies, geschlämmtes Quecksilberoxyd im Ueberschusse zu, dampft wieder zur Trockene ein und glüht; das Zinkoxyd bleibt

8) Pogg. Annal. 110, 128.

Digitized by Google

so völlig rein und ohne Verlust zurück und wird nach dem Erkalten gewogen.

In dem Filtrate von Schwefelzink wird zunächst die Rhodanverbindung mittelst Salpetersäure zerstört, wobei auch etwa vorhandenes Eisen- und Uranoxydulsalz in Oxydverbindungen übergeführt werden. Man nimmt diese Operation am Besten in einem langhalsigem, geräumigen Kolben vor, setzt ihn auf's erwärmte Wasserbad und bringt wenig Salpetersäure zu; nach einiger Zeit tritt die Reaktion ein, indem die vorher roth gefärbte Flüssigkeit farblos wird; man setzt sodann von Neuem Salpetersäure, aber stets nur in kleinen Portionen, zu, bis keine Roth-Färbung und nachfolgende Entfärbung der Lösung mehr auftritt; auf diese Weise gelingt die Zerstörung der Schwefelcyanverbindung ganz gefahrlos und fast stets ohne Abscheidung gelben Perschwefelcyans, während im entgegengesetzten Falle (bei zu raschem und zu grossem Zusatz von Salpetersäure) durch die plötzlich und energisch eintretende Reaktion die Flüssigkeit nicht selten aus dem Gefässe geschleudert wird. Sollte sich gelbes Perschwefelcyan bei dieser Behandlungsweise dennoch abscheiden, so filtrire man dasselbe ab, was sich mit Leichtigkeit und rasch thun lässt. Die in der so behandelten Flüssigkeit vorhandenen Schwermetalle werden nach den hiefür bestehenden Methoden getrennt; für die Trennung des Eisens von Uran und des Eisens von Kobalt und Nickel folgen später neue Methoden, gleichfalls auf ihr Verhalten gegen Rhodanwasserstoff gegründet.

Quantitative Belege.

Bei nachstehenden quantitativen Analysen wurden Lösungen von bestimmtem Gehalte an Zinksulfat, Urannitrat, Nickel- und Kobaltsulfat, Mangano-Chlorid, Eisenammoniakalaun und Ferrichlorid angewendet.

Digitized by Google

Inhalt in 1 C.C.:

Die Zinksulfatlösung	0,0056	gr. Zinkoxyd
„ Urannitrat- „	0,0038	„ Uranoxyd
„ Nickelsulfat „	0,00607	„ Nickeloxydul
„ Kobaltsulfat „	0,00585	„ Kobaltoxydul
„ Manganochloridlösg.	0,0045	„ Manganoxydul
„ Eisenammoniakalaunlösg.	0,00348	„ Eisenoxyd
„ Ferrichloridlösung	0,0158	„ „

1) Bestimmung des Zinkoxydgehaltes der Zinksulfatlösung nach der neuen Methode:

Angewendet:	Berechnet:	Gefunden:
20 C.C. Lösung	ZnO: 0,1120	0,1118

2) Trennung von Zink und Kobalt:

Angewendet:	Berechnet:	Gefunden:
a) je 5 C.C. der Lösungen	ZnO: 0,0280	0,0282
	CoO: 0,0292	0,0290
b) je 10 CC. der Lösungen	ZnO: 0,0560	0,0557
	CoO: 0,0585	0,0580
c) je 20 C.C. der Lösungen	ZnO: 0,1120	0,1115
	CoO: 0,1170	0,1160
d) 5 C.C. Zink- und	ZnO: 0,0280	0,0276
20 C.C. Kobaltsalzlös.	CoO: 0,1170	0,1169

3) Trennung von Zink und Nickel:

a) je 20 C.C. der Lösungen	ZnO: 0,1120	0,1114
	NiO: 0,1214	0,1210
b) je 5 C.C. der Lösungen	ZnO: 0,0280	0,0273
	NiO: —	—

4) Trennung von Zink und Uran:

a) je 20 C.C. der Lösungen	ZnO: 0,1120	0,1110
	Ur_2O_3: 0,0760	0,0755

Digitized by Google

	Angewendet:	Berechnet:		Gefunden:
b)	5 C.C. Zink- und	ZnO:	0,0280	0,0282
	20 C.C. Uranlösung	Ur_2O_3:	0,0760	0,0752

5) Trennung von Zink und Eisen:

a)	je 20 C.C. der Lösungen	ZnO:	0,1120	0,1111
	(Eisenchloridlösung)	Fe_2O_3:	0,3160	0,3150
b)	je 20 C.C. der Lösungen	ZnO:	0,1120	0,1122
	(Eisenammoniakalaunlös.)	Fe_2O_3:	—	—
c)	je 5 C.C. der Lösungen	ZnO:	0,0280	0,0272
	(Eisenammoniakalaunlös.)	Fe_2O_3:	0,0174	0,0168
d)	5 C.C. Zink- und	ZnO:	0,0280	0,0275
	20 C.C. Ferrichloridlös.	Fe_2O_3:	—	—

6) Trennung von Zink und Mangan:

a)	je 20 C.C. der Lösungen	ZnO:	0,1120	0,1110
		MnO:	0,0900	0,0892
b)	5 C.C. Zink- und	ZnO:	0,0280	0,0274
	20 C.C. Manganlös.	MnO:	0,0900	0,0893

7) Trennung von Zink, Nickel, Kobalt, Eisen, Mangan und Uran:

je 10 C.C. obiger Lösungen	ZnO:	0,0560	0,0552

II.

Scheidung des Eisens von Nickel und Kobalt.

Die bisherigen Trennungsmethoden des Eisens von Kobalt und Nickel sind grösstentheils wenig zuverlässig oder umständlich. Es gibt eine Methode, die auf der Fällbarkeit des Eisenoxyds durch Baryumcarbonat beruht, wobei Kobalt und Nickel in Lösung bleiben; allein es werden hierbei Spuren von letzteren Metallen stets mit niedergeschlagen, auch der Umstand, dass sich die Chloride besser

Digitized by Google

behandeln lassen als die Sulfate, stört dabei. Ferner benützt man das Verhalten des Eisenoxyds gegen bernsteinsaure Alkalien, die mit Nickel- und Kobaltoxydulsalzen lösliche Verbindungen eingehen, Eisenoxydsalzlösung dagegen fällen, zur Trennung, wobei aber meist auch etwas Kobalt mitgerissen wird. Eine dritte Methode ist auf die ausserordentlich schwierige Löslichkeit von Kobalt- und Nickelsulfür in sehr verdünnter Salzsäure gegründet, worin sich Eisensulfür mit Leichtigkeit auflöst; man setzt zu den durch Schwefelammonium niedergeschlagenen Metallsulfiden sehr verdünnte kalte Chlorwasserstoffsäure und leitet unter wiederholtem Umrühren der Flüssigkeit Schwefelwasserstoffgas ein; es geht hiebei aber stets mit dem Eisen auch etwas der beiden anderen Metalle, besonders von Nickel in Lösung und zwar oft nicht unbedeutende Mengen, wesshalb man das Verfahren wiederholen muss; oft bleibt auch etwas Eisensulfür bei Kobalt- und Nickelsulfür zurück. — Gute Resultate erhält man, aber auch nur bei Wiederholung des Verfahrens, durch die Methoden, die auf der Fällbarkeit des Eisens als Ferrihydroxyd beim Kochen seiner essigsauren Verbindung und ebenso durch Ammoniak bei Gegenwart von Chlor-Ammonium beruhen; in neuester Zeit gab Alexander Classen [9]) eine Methode an, die darauf beruht, dass eine Eisenoxydsalzlösung, mit neutralem Kaliumoxalat und überschüssiger Essigsäure versetzt, selbst nach tagelangem Stehen klar bleibt, während Kobalt- und Nickeloxydulsalze als Oxalate gefällt werden, wobei nur zu bemerken ist, dass eine concentrirte Lösung angewendet werden muss; der erhaltene Niederschlag wird filtrirt und mit Essigsäure gewaschen; da er leicht etwas Eisenoxyd gefällt enthält, besonders, wenn die zu behandelnde Flüssigkeit reich daran ist, so ist Wiederholung des Verfahrens dringend nöthig.

---

9) Ber. d. deut. chem. Gesellsch. 10. 1316.

Digitized by Google

Alle angeführten Methoden sind demnach wenig befriedigend, besonders was Einfachheit und Raschheit der Ausführung betrifft. Das Verhalten von Eisenoxyd-, Kobalt- und Nickeloxydul-Salzen gegen Rhodanammonium, wie es Seite 319 geschildert wurde, gestattet eine völlige und rasche Trennung dieser Metalle von einander.

Man versetzt die Lösung, die Eisenoxydsalz und Nickel- oder Kobalt-Oxydulsalz oder beide zugleich enthält, mit Rhodanammoniumlösung im Ueberschuss, wobei die blutrothe Farbe des Eisenrhodanids auftritt; sodann wird in die so behandelte Flüssigkeit tropfenweise secundäre Natriumcarbonatlösung gebracht, bis eben die rothe Farbe des Eisenrhodanids verschwunden ist. Es wird hiedurch alles Eisen als Ferrihydroxyd gefällt, ohne dass Kobalt und Nickel mitfielen oder etwas Eisen mit Nickel und Kobalt in Lösung bliebe; nachdem der Niederschlag in Salzsäure gelöst war, wurde auf etwa vorhandenes Nickel oder Kobalt geprüft; es konnte nicht die geringste Spur nachgewiesen werden. Man lässt das gefällte Ferrihydroxyd sich völlig absitzen, was nach kurzer Zeit geschieht, filtrirt es dann, wäscht mit siedend heissem Wasser, dem etwas Rhodanammoniumlösung zugesetzt ist, tüchtig aus, trocknet, glüht und wägt; es wurde auf etwaigen Alkaligehalt des gefällten Ferrihydroxyds Rücksicht genommen; es erwies sich aber dieses völlig frei von Alkali, was auch die quantitativen Analysen bestätigen. Mit dem Filtrate verfährt man ebenso, wie es bei dem Filtrate von Schwefelzink angegeben wurde (Seite 323) und beobachtet die dort mitgetheilten Vorsichtsmassregeln; zur Trennung von Kobalt und Nickel bediente ich mich der Liebig'schen Methode, die das Nickel mittelst Quecksilberoxyd fällt und dadurch von Kobalt trennt, und erhielt die befriedigendsten Resultate.

Digitized by Google

Quantitative Belege.

Ich wendete hiebei Kobalt-, Nickelsulfat- und Eisen-ammoniakalaunlösungen von bestimmtem Gehalte an:

Die Kobaltsulfatlösung	enthielt in 1 C.C.	0,00585 CoO
„ Nickelsulfatlösung	„ „	0,00607 NiO
„ Eisenammoniakalaunlös.	„ „	0,00348 Fe_2O_3.

1) Trennung des Eisens von Kobalt:

Angewendet:	Berechnet:		Gefunden:
a) je 20 CC. der Lösungen	Fe^2O^3:	0,0696	0,0690
	CoO:	0,1170	0,1161
b) je 20 C.C. der Lösungen	Fe^2O^3:	0,0696	0,0690
	CoO:	0,1170	0,1167
c) 40 C.C. Eisen- und	Fe_2O_3:	0,1392	0,1384
5 C.C. Kobaltsalzlösg.	CoO:	0,0293	—
d) 5 C.C. Eisen- und	Fe_2O_3:	0,0174	0,0170
40 C.C. Kobaltsalzlösg.	CoO:	0,2340	0,2335

2) Trennung des Eisens vom Nickel:

a) je 20 C.C. der Lösungen	Fe_2O_3:	0,0696	0,0688
	NiO:	0,1214	0,1211
b) je 5 C.C. Eisen- und	Fe^2O^3:	0,0174	0,0171
20 C.C. Nickelsalzlösg.	NiO:	—	—

3) Trennung des Eisens von Kobalt und Nickel:

Angewendet je 20 C.C. obiger Lösungen.

Berechnet:		Gefunden:
Fe^2O^3:	0,0696	0,0689
NiO:	0,1214	0,1200
CoO:	0,1170	0,1151

III.

Scheidung des Eisens vom Uran.

Die Trennung des Eisenoxyds vom Uranoxyd geschah bisher gewöhnlich durch Ammoniumcarbonat [10]), worin sich

10) Pisani compt. rend. 52. 106.

Digitized by Google

letzteres löst, ersteres aber gefällt wird. Nimmt man aber einen zu grossen Ueberschuss des Ammoniumsalzes, so bleiben auch, oft gar nicht unbedeutende, Mengen Eisenoxyd in Lösung, die sich bei längerem Stehen der Flüssigkeit als ockergelber Niederschlag ausscheiden. Eine andere Trennungsmethode behandelt die Oxyde im Wasserstoff-Strom, wobei das Uranoxyd zu Uranoxydul, das Eisenoxyd zu Metall reducirt wird; man scheidet diese durch verdünnte Salzsäure, worin ersteres nach starkem Glühen unlöslich ist, während sich das metallische Eisen löst (Rose). Rheineck [11]) gab ferner noch eine Methode an, die die Acetate beider Metalle längere Zeit auf dem Wasserbade digeriren lässt, wobei sich das Ferrisalz zersetzt, während Uranacetat unzersetzt bleibt; es schlägt sich hiebei etwas Uranoxyd mit dem Eisenoxyd nieder, was durch siedendes Wasser ausgezogen werden kann.

Diese Methoden sind speziell zur Trennung des Eisen- vom Uran-Oxyd bisher angewendet worden. Die neue Methode beruht auf der völligen Fällbarkeit des Eisenoxyds durch secundäres Natriumcarbonat in einer Lösung, die überschüssiges Rhodanammonium enthält, während Uranoxyd gänzlich in Lösung bleibt. Man bringt die zu behandelnde Flüssigkeit, nachdem man etwa vorhandene Eisen- oder Uran-Oxydulverbindungen in Oxydsalze übergeführt hat, in's Kochen, fügt überschüssige Schwefelcyanammoniumlösung zu und dann nach und nach wässriges kohlensaures Natrium, bis eben die blutrothe Farbe des Eisenrhodanids verschwunden ist; das gefällte Ferrihydroxyd setzt sich rasch flockig ab, wird alsdann filtrirt, mit siedend heissem Wasser gewaschen, bis das Waschwasser keine Reaktion auf Rhodanammonium mehr gibt; nach dem Trocknen wird es geglüht und gewogen. Das Filtrat von obigem Ferrihydroxyd bleibt

11) Rheineck Chem. News. 24. 233.

Digitized by Google

völlig klar, auch nach 72 stündigem Stehen hatte sich nicht die geringste Spur Eisenhydroxyds abgesetzt, noch gab die Flüssigkeit, mit Schwefelammonium behandelt, eine Reaktion auf Eisen. Andrerseits waren im Niederschlage nicht die kleinsten Mengen mitgerissenen Uranoxyds vorhanden; die Scheidung beider Metalloxyde ist auf diese Weise also eine völlige und bedingt nicht doppelte Fällung.

Das Filtrat, das Uranoxyd gelöst enthält, wird zunächst mit Salpetersäure behandelt, um die Rhodanverbindung zu zerstören, (Siehe noch S. 323), alsdann mit Ammoniak neutralisirt und mit Schwefelammonium das Uranoxyd gefällt [12]); der entstandene Niederschlag von Uranoxysulfuret wird gekocht [13]), wodurch er in Schwefel und Uranoxydul zerfällt, dann filtrirt, getrocknet, geglüht und schliesslich das Uran als Uranoxyduloxyd gewogen oder im Wasserstoffstrom in möglichst starker Hitze in Uranoxydul übergeführt, wobei auch während des Erkaltens noch ein starker Strom dieses Gases einzuleiten ist. — Die Methode, das Uran mittelst Ammoniak allein zu fällen (als Uranoxydammoniak), wurde desshalb umgangen, da der entstehende Niederschlag stets alkalihaltig wird und die Entfernung der fixen Alkalien umständliche Arbeit erfordert. — Eben beschriebene Methode der Scheidung des Eisens vom Uran zeichnet sich vor den bisher gebräuchlichen durch Schnelligkeit der Ausführung und Vollständigkeit der Trennung aus.

Quantitative Belege.

Die Eisenchloridlösung, die bei diesen Analysen angewendet wurde, enthielt in 1 C.C. 0,0158 Eisenoxyd, die Urannitratlösung in 1 C.C. 0,0038 Uranoxyd.

---

12) H. Rose Zeitschr. f. a. Ch. 1. 411.

13) Remelé Zeitschr. f. a. Ch. 4. 385.

Angewendet:		Berechnet:	Gefunden:
a) je 5 C.C. der Lösungen	Fe^2O^3:	0,0790	0,0782
	U^2O^3:	0,0190	0,0182
b) je 10 C.C. der Lösungen	Fe_2O_3:	0,1580	0,1572
	U_2O_3:	0,0380	0,0370
c) je 20 C.C. der Lösungen	Fe^2O^3:	0,3160	0,3151
	U^2O^3:	—	—
d) 5 C.C. Eisen- und	Fe^2O^3:	0,0790	0,0783
40 C.C. Uranlösung	U^2O^3:	0,1520	0,1509

e) Es wurden angewendet 0,2545 Gr. Eisenammoniakalaun und 40 C.C. obiger Uranlösung.

	Berechnet:	Gefunden:
Fe^2O^3:	0,0422	0,0414
U^2O^3:	0,1520	0,1522

IV.

Zur Fällung des Uranoxyds mittelst Ammoniak.

Hat man in der Flüssigkeit, aus der das Uranoxyd abgeschieden werden soll, keine fixen Alkalien, so fällt man am Besten das Uranoxyd mittelst Ammoniak; bei einigen Versuchen beobachtete ich hierbei, dass der Grad der Verdünnung der zu fällenden Flüssigkeit grossen Einfluss auf die Fällbarkeit desselben übe; bei sehr grosser Verdünnung erhielt ich nämlich durch Ammoniak gar keine Fällung mehr; um nun die Grenzen der Verdünnung zu bestimmen, wurde eine Urannitratlösung dargestellt, die in 1 C.C. 0,0544 gr. Salz oder 0,031086 Uranoxyd enthielt. Mit dieser Lösung wurden folgende Versuche angestellt:

I. Angewendet: 5 C.C. der Lösung; diese wurden auf 100 C.C. verdünnt; 1 C.C. enthielt also = 0,00155 U_2O_3. Das Uranoxyd wurde leicht und völlig durch Ammoniak gefällt.

Digitized by Google

II. Angewendet: 5 C.C. verdünnt auf 200 C.C.; 1 C.C. = 0,0007 U_2O_3, es trat durch Ammoniak keine Fällung, sondern nur sehr starke Gelbfärbung ein. Ich liess die Lösung drei Tage stehen, um zu beobachten, ob die Länge der Zeit der Einwirkung Einfluss habe, aber nicht der geringste Niederschlag entstand. Ich versuchte nun, ob nicht Zusatz von Ammoniaksalzen die Fällung befördere oder gar erst hervorrufe, und in der That, sobald in sehr verdünnte, durch reines Ammoniak nicht mehr gefällte Uranoxydsalzlösungen Chlorammonium gebracht wurde, bildete sich der Niederschlag und setzte sich nach kurzer Zeit flockig zu Boden; die abfiltrirte Flüssigkeit war frei von Uran; ich brachte auf solche Weise in obiger Löung II, nachdem selbe 3 Tage gestanden war, durch Zusatz von Salmiak des Uranoxyd zur Fällung; selbst wenn die Lösung auf 400 C.C. verdünnt wurde, der Cubikcentimeter also 0,00038 Gr. Uranoxyd enthielt, gelang diess. Ich konnte eine solche Verdünnung der Lösung anwenden, dass 1 C.C. nur 0,00008 Uranoxyd enthielt, und erzielte noch völlige Fällung durch Ammoniak bei Gegenwart von Salmiak; diess war aber die äusserste Grenze der Verdünnung.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass Salmiak wesentlich die Fällung des Uranoxyds durch Ammoniak befördert, bei grosser Verdünnung der zu behandelnden Lösung sogar erst hervorruft, wesshalb es sich empfiehlt, von Anfang an der Uranoxydsalzlösung Salmiak zuzusetzen, wodurch zeitraubendes Eindampfen und Concentriren der Flüssigkeit dann meist unnöthig ist.

Digitized by Google

Nachträglich zur Sitzung vom 1. März 1879.

Herr J. Volhard legt vor:

„Zur Scheidung und Bestimmung des Mangans."

Titrirung des Mangans mit Permanganat.

Manganoxydulsalze geben bekanntlich mit Permanganat einen Niederschlag, welcher das Mangan sowohl aus dem Oxydulsalz als auch aus dem Permanganat enthält; seine Zusammensetzung wird von verschiedenen Forschern verschieden angegeben. Fromherz [1]), der diese Reaction zuerst beschreibt, hält den Niederschlag für Oxyd. Nach Gorgeu [2]) hat er die Zusammensetzung 5 $(MnO_2) + MnO$ und verwandelt er sich durch Digestion mit Permanganatlösung in Hyperoxyd. Aus einer neutralen und sehr verdünnten Lösung von Manganosulfat bei etwa 80° C. soll nach Guyard [3]) alles Mangan entsprechend der Gleichung

$$3\,MnOSO_3 + K_2O.Mn_2O_7 = K_2O.SO_3 + 2\,SO_3 + \begin{matrix}(MnO)_3\\ Mn_2O_7\end{matrix}$$

als Manganoxydulpermanganat in gewässertem Zustand von der Zusammensetzung $MnO_2 \cdot H_2O$ niederfallen und Guyard gründet hierauf ein Verfahren zur Titrirung des Mangans, von welchem er selbst sagt, es sei „rapide et exacte": Der sehr verdünnten neutralen oder nahezu neutralisirten

---

1) Gmelin Handbuch 4. Aufl. 2, 642.

2) Annales chem. phys. [3] 66, 160.

3) Bulletin de la soc. chim. de Paris [2] 1, 88.

Digitized by Google

Lösung des Mangansalzes, welche bis nahe zum Sieden erhitzt ist, wird eine titrirte Lösung von Permanganat allmälig zugesetzt bis das Stehenbleiben der Rosafarbe einen minimalen Ueberschuss von Permanganat anzeigt. Guyard gibt keinerlei Zahlenbelege für die Genauigkeit des Verfahrens, seine Angaben wurden aber bestätigt durch Habich[4]) der den Vorschlag Guyard's im Fresenius'schen Laboratorium einer experimentellen Prüfung unterwarf. Ganz neuerdings ist das gleiche Verfahren zur Bestimmung des Mangans wiederum von Morawski und Stingl [5]) empfohlen worden. Nach den Angaben der beiden letztgenannten wäre der durch Permanganat in einer neutralen Lösung von Manganchlorür erzeugte Niederschlag eine hydratische Verbindung von Manganhyperoxyd mit Kali, für welche sie die Formel $Mn_4 KH_3 O_{10}$ aufstellen.

Ich habe gefunden, dass mit dem Guyard'schen Titrirverfahren nur ungenaue Resultate erhalten werden, weil seine Grundlage nicht richtig ist; das nach Guyard erhaltene Hyperoxyd enthält nämlich immer Manganoxydul und zwar je nach den Umständen wechselnde Mengen. Indem ich die Bedingungen ermittelte unter welchen constant eine von niederen Oxyden des Mangans vollkommen freie Hyperoxydverbindung gefällt wird, ist es mir jedoch gelungen jenes Titrirverfahren durch eine kleine Modification vollkommen brauchbar und verlässig zu machen.

Wenn man Permanganatlösung in die verdünnte heisse Lösung eines neutralen Manganoxydulsalzes, Sulfat oder Chlorür, eintropft, so entsteht ein erst gelbbrauner, danach brauner Niederschlag, der bei kräftigem Schütteln oder Rühren in der Regel zu grossen braunen Flocken zusammengeht und sich rasch zu Boden setzt. Die Flüssigkeit wird

4) Zeitschr. f. analyt. Chemie. 3, 474.
5) Journal f. pract. Chem. [2.] 18, 96.

Digitized by Google

klar und, so lange noch Manganoxydul in Lösung ist, farblos. Diese Scheidung des Niederschlags von der Flüssigkeit erfolgt um so leichter je mehr man sich bei fortgesetztem Eintröpfeln von Permanganatlösung dem Punkt der völligen Ausfüllung des Mangans nähert. Zuletzt zeigt die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit deutlich die Rosafarbe des Permanganats. Lässt man jetzt die Mischung ruhig stehen, so erhält sich die Rosafärbung für einige Zeit; es dauert 10 Minuten oder ¼ Stunde bis die Flüssigkeit entfärbt ist. Schüttelt man tüchtig um, so verschwindet die Farbe in einigen Secunden; ein weiterer Tropfen Permanganatlösung bringt die Rosafarbe wieder hervor und beim Schütteln verschwindet sie aufs Neue; auch beim Digeriren in gelinder Wärme tritt nach einigen Minuten Entfärbung ein. Wenn man fortfährt, tropfenweise Permanganatlösung zuzusetzen und anhaltend zu schütteln, so kann man die Rosafärbung noch einigemal zum Verschwinden bringen, die Flüssigkeit entfärbt sich aber nicht mehr vollständig, sondern behält einen bräunlichen Farbenton, welcher allmälig stärker wird und in Braunroth übergeht; es ist dasselbe Braunroth, welches man gelegentlich beobachtet, wenn beim Titriren von Oxalsäure mit Permanganat nicht genügend Säure zugesetzt wurde. Die nunmehr undurchsichtige Flüssigkeit klärt sich auch bei längerem Stehen und beim Erwärmen nicht mehr; es ist daher unmöglich zu sehen, ob die Farbe der Flüssigkeit angehört oder dem suspendirten Niederschlag; man kann jetzt einen grossen Ueberschuss von Permanganatlösung zugeben, ohne dass die Permanganatfarbe deutlich hervorträte. Ein entschiedenes Ende der Titrirung d. h. das bestimmte, deutliche Hervortreten und Stehenbleiben der Rosafarbe des Permanganats ist so in keiner Weise zu erreichen.

Setzt man nur so lange Permanganatlösung zu, bis

die Flüssigkeit nach mehrmaligem Umschwenken deutlich rosa gefärbt ist und ihre Farbe bei ruhigem Stehen 5—10 Minuten lang behält, so braucht man erheblich weniger Permanganat als zur Ausfällung des Mangans nöthig wäre, wenn dasselbe als Hyperoxyd niederfiele. Wird der so erhaltene Niederschlag abfiltrirt und mit verdünnter Salpetersäure oder Schwefelsäure erwärmt so nehmen diese Manganoxydul aus demselben auf.

Wenn man die Mangansalzlösung vor dem Zusatz des Permanganats mit einigen Tropfen Salpetersäure sauer macht, so braucht man bis zum Eintritt der rothen Färbung etwas mehr Permanganat als bei Anwendung einer neutralen Lösung, aber immer noch nicht die für Bildung von Hyperoxyd berechnete Menge. Der Niederschlag erweist sich auch hier oxydulhaltig, die Rosafarbe bleibt nicht stehen und der Endverlauf ist ganz der nämliche wie bei der neutralen Lösung, was eigentlich selbstverständlich ist, da ja aus dem neutralen Salz bei der Reaction zwei Drittel der Säure frei wird.

Dies ist der Verlauf der Oxydation eines reinen Mangansalzes; es liegt auf der Hand, dass derselbe bei seinem unbestimmten Ausgang für eine genaue Titrirung sich nicht eignet. Günstiger gestaltet sich das Ende der Reaction wenn neben Manganoxydul andere nicht oxydirbare Metalloxyde vorhanden sind. Wird die Mangansalzlösung mit etwas Kalk-, Magnesia-, Baryt- oder Zinksalz versetzt und dann in der Wärme allmälig mit Permanganat gefällt, so tritt zuletzt deutlich und bleibend die Farbe der Uebermangansäure hervor; der Hyperoxydniederschlag scheidet sich noch leichter von der Flüssigkeit, letztere wird nach mehrmaligem Umschwenken rasch wieder völlig wasserklar, so dass man die Schlussfärbung fast ebenso scharf und sicher erkennt wie bei der Titrirung von Eisenoxydul mit Permanganat, und wenn endlich die Flüssigkeit nach

Digitized by Google

öfterem Umschütteln einmal rosa geblieben ist, so behält sie die Farbe auch bei mehrtägigem Stehen, bei anhaltendem Schütteln, oder bei längerer Digestion in gelinder Wärme. Man kann die Mischung eine halbe Stunde lang dem Sieden nahe erhalten, ohne dass die Farbe verschwindet; Kochen ist dabei zu vermeiden, denn beim Kochen verliert der Niederschlag seinen flockigen Zusammenhang und vertheilt sich der Art in der Flüssigkeit, dass deren Farbe nicht mehr zu unterscheiden ist.

Man kommt also hier — wenn die Mangansalzlösung andere Metallsalze enthält — zu einem vollkommen sicheren und unverkennbaren Abschluss der Oxydation, und dem entsprechen auch die Zahlenresultate: man braucht ganz genau die unter Voraussetzung der Fällung von Hyperoxyd berechnete Menge von Permanganat.

Bezüglich des Permanganatverbrauchs ist es hierbei gleichgültig, ob die Lösung des Mangansalzes neutral oder angesäuert war.

Ebenso wie die genannten wirken die Salze aller stark basischen Metalloxyde, sofern letztere nicht selbst schon oxydirt werden; nur die Salze der Alkalien machen eine Ausnahme. Bei Gegenwart einer genügenden Menge von Alkalisalz gelingt es zwar auch die Titrirung zu Ende zu führen und der Permanganatverbrauch ist gleich dem für Hyperoxydfällung berechneten, aber gegen Ende geht die Entfärbung mit äusserster Langsamkeit und nur bei anhaltendem Schütteln oder längerer Digestion in der Wärme vor sich; der Verlauf ist der nämliche wie ohne Alkalisalz, nur mit dem Unterschied dass der Niederschlag sich immer wieder absetzt und die Flüssigkeit klar wird.

Der durch Permanganat bei Gegenwart der genannten Metallsalze erzeugte Niederschlag enthält Manganhyperoxyd in chemischer Verbindung mit der Basis des zugesetzten Salzes, ferner Wasser und kleine Mengen Kali, welche

Digitized by Google

durch Wasser nicht ausgewaschen werden. Er bildet voluminöse Flocken von brauner Farbe, welche je nach der Natur des begleitenden Metalloxyds heller oder dunkeler, mehr in's Rothe oder mehr in's Schwarze übergeht. Kupferoxydhaltiges Hyperoxyd ist dunkelbraunschwarz; zinkoxydhaltiges aus Sulfatlösung gefällt ist rothbraun, aus Chlorid lösung dagegen fast fuchsroth. Verdünnte Schwefelsäure oder Salpetersäure entziehen dem Hyperoxyd die begleitenden Metalloxyde selbst in der Wärme nicht vollständig und nicht ohne dass Spuren von Manganoxydul mit in Lösung gingen.

Die vorbeschriebenen Erscheinungen sind leicht verständlich aus der bekannten Natur des Manganhyperoxydhydrats. Man weiss, dass dieser Körper die Eigenschaften einer Säure hat; einer Säure, welche zwar wie es scheint Verbindungen in sehr wechselnden Verhältnissen bildet, auch ihrer Unlöslichkeit wegen sich nicht sofort als starke Säure zu erkennen gibt, welche aber aus Sulfaten und Chloriden Schwefelsäure oder Salzsäure frei macht, indem sie sich mit den Basen dieser Salze verbindet. Die Alkalisalze des Hyperoxyds in Berührung mit den Salzen von Schwermetallen erleiden doppelte Zersetzung, indem sie das Leichtmetall gegen Schwermetall austauschen. Der Säurecharakter ist in der That so unverkennbar, dass Gorgeu (a. a. O.), der zuerst auf dieses Verhalten aufmerksam machte, das Manganhyperoxyd als acide manganeux bezeichnet. Scheidet sich nun das Hyperoxyd in der Lösung eines Manganoxydulsalzes ab, so verbindet es sich mit Manganoxydul. Aus der reinen neutralen Lösung des Mangansalzes fällt daher immer ein Hyperoxyd welches Manganoxydul enthält; dieses Oxydul wird aber, weil unlöslich, durch Permanganat nur sehr langsam oxydirt, wobei das aus dem äusserst verdünnten Permanganat entstehende Hyperoxyd so fein zertheilt auftritt, dass es sich nicht

Digitized by Google

mehr von der Flüssigkeit scheidet. Schon Gorgeu (a. a. O.) macht auf diesen Zustand äusserster Zertheilung des Hyperoxyds aufmerksam; die Gelegenheit denselben zu beobachten bietet sich jedem der gefälltes Hyperoxyd mit reinem Wasser durch Decantiren auszuwaschen versucht Ein Zusatz von Alkalisalzen bewirkt dass der Niederschlag sich von der Flüssigkeit scheidet wie dies ja auch bei vielen andern feinpulverigen Körpern z. B. beim Berlinerblau der Fall ist. Bei Gegenwart einer genügenden Menge von Alkalisalz lässt sich daher das Ende der zuletzt äusserst langsam verlaufenden Oxydation an der Farbe der Flüssigkeit erkennen, was ohne diesen Zusatz nicht möglich ist, weil das Hyperoxyd suspendirt bleibt.

Durch Säuren wird dem Manganosalz des Hyperoxyds Manganoxydul entzogen; hierauf beruht die Darstellung des Hyperoxydhydrats nach Berthier [6]). Das Ansäuern der Mangansalzlösung erschwert daher das Mitfallen von Oxydul und steigert dadurch den Verbrauch an Permanganat. Um jedoch das Hyperoxydhydrat ganz frei von Oxydul zu erhalten, muss man dasselbe mehrfach wiederholt mit einer wenigstens 10 procentigen Salpetersäure auskochen; es ist daher nicht zu verwundern, dass sich bei der Titrirung mit Permanganat die Menge der Säure nicht genügend steigern lässt um das Mitfallen von Oxydul ganz zu verhindern.

Bietet man dagegen dem niederfallenden Hyperoxydhydrat eine andere Basis dar, mit welcher es ein Salz bilden kann, so tritt diese an die Stelle des Manganoxyduls, der Niederschlag fällt frei von Manganoxydul und enthält dann Sauerstoff und Mangan, abgesehen vom Wasser und der mitfallenden Basis, genau in dem Verhältniss wie im Hyper-

---

6) Gmelin Handbuch 4. Aufl. 2, 634.

oxyd; die zur Ausfällung nöthige Menge Permanganat muss daher auch der für Hyperoxyd berechneten genau gleich sein. In der gleichen Weise, durch Zusatz eines Zinksalzes, ist es Kessler [7]) gelungen bei der Ausfällung des Hyperoxyds aus essigsaurer Lösung mit Brom das Mitfallen von Oxydul zu verhüten.

Durch diese kleine Modification, Zusatz eines anderen Salzes dessen Bestandtheile durch Permanganat keine Oxydation erleiden, erhält die maassanalytische Bestimmung des Mangans mit Permanganat einen solchen Grad von Genauigkeit und Verlässigkeit, dass man sie ohne Bedenken als die beste aller Methoden zur Bestimmung des Mangans, maass- wie gewichts-analytischen, empfehlen kann; dabei ist sie einfach und rasch auszuführen, ich zweifle daher nicht dass sie namentlich den technischen Chemikern in hohem Grade willkommen sein wird.

Zur Ausführung dieser Titrirung wird die neutrale Lösung des Mangansalzes so weit verdünnt, dass 1000 cc nicht über 5 g Mangan enthalten, mit 2—3 Tropfen reiner Salpetersäure (1,2 sp. G.) angesäuert und in einer langhalsigen Kochflasche zum Sieden erhitzt. Man nimmt dann den Kolben vom Feuer und lässt unter häufigem Umschwenken eine Permanganatlösung von bekanntem Wirkungswerth aus der Gay-Lussac'schen Burette eintropfen bis die Flüssigkeit deutlich rosa gefärbt ist und diese Farbe bei häufigem Umschütteln nicht wieder verliert. Reinen Mangansalzen ist etwa 1g Zinkvitriol für je 0,1 Mangan zuzusetzen.

Zu den nachstehenden Titrirungen, welche die Genauigkeit meines Verfahrens belegen, dienten Manganvitriol- oder Chlorür-Lösungen von bestimmtem Gehalt; ich habe zugleich einige Titrirungen mit reinem Mangansalz ohne Zusatz

---

7) Zeitschrift f. analyt. Chemie **18**, 4.

Digitized

anderer Salze (a, b, h, i) aufgeführt um mein absprechendes Urtheil über das ursprüngliche Guyard'sche Verfahren zu begründen.

1 CC. Permanganat entspricht 0,00451 Gm. $MnSO_4$

Angewendet 10 CC. Manganvitriollösung enthaltend: 0,08775 Gm. $MnSO_4$

		gebraucht Permanganat CC.	gefunden
a) neutral ohne Zusatz	1)	18,0	0,0812 Gm. $MnSO_4$
	2)	18,2	0,0821 „
b) mit 3—4 Tropfen Salpetersäure (1,2 Sp. G.)	3)	18,4	0,0830 „
	4)	18,6	0,0839 „
	5)	18,3	0,0825 „
	6)	18,7	0,0843 „
	7)	18,2	0,0821 „
c) neutral, mit etwa 1 Gm. Zinkvitriol	8)	19,4	0,0875 „
	9)	19,4	0,0875 „
d) mit 3—4 Tropfen Salpetersäure und 1 Gm. Zinkvitriol	10)	19,3	0,0870 „
	11)	19,4	0,0875 „
	12)	19,4	0,0875 „
e) mit 3—4 Tropfen Salpeters. u. 0,8—2,4 Gm. Bittersalz	13)	19,4	0,0875 „
	14)	19,4	0,0875 „
	15)	19,3	0,0870 „
	16)	19,4	0,0875 „
	17)	19,4	0,0875 „
f) mit 3—4 Tropfen Salpeters. u. 2—4 Gm. salpetersaurem Baryt	18)	19,4	0,0875 „
	19)	19,5	0,0879 „
	20)	19,5	0,0879 „

Digitized by Google

1 CC. Permanganatlösg. entspricht 0,00444 Gm. MnSO4

Angew. 10CC. Manganvitriollng. enth.: 0,09675 „

		gebraucht Permanganat CC.	gef.	
g) mit 3—4 Tropfen Salpeters. u. 3—5 Gr. Salpeter	21)	21,7	0,0963	„
	22)	21,6	0,0959	„
	23)	21,7	0,0963	„

1 CC. Permanganat entspricht 0,0037633 MnCl₂

Angew. 10 CC. Manganchlorürlsng. enth.: 0,0678 Gm. $MnCl_2$

h) neutral ohne Zusatz	24)	16,7	0,0628	„
	25)	16,8	0,0632	„
i) mit 3—4 Tr. Salpeters.	26)	17,0	0,0640	„
	27)	17,0	0,0640	„
k) neutral mit 1 Gm. Zinkvitriol	28)	18,0	0,0677	„
	29)	17,9	0,0674	„
l) mit 3—4 Tr. Salpeters. u. 1 Gm. Zinkvitriol	30)	17,9	0,0674	„
	31)	17,9	0,0674	„

Titerstellung der Permanganatlösung.

Die Permanganatlösung zur Titrirung des Mangans stellt man dar durch Auflösen reiner glänzender Krystalle von Kaliumpermanganat; durch ein oder zweimaliges Umkrystallisiren des käuflichen Salzes, welches gewöhnlich schon sehr rein ist, sind diese leicht zu erhalten. Für die Bestimmung grösserer Mengen von Mangan gibt man der Lösung zweckmässig eine solche Concentration, dass 1 cc. etwa 5 Mgrm. Mangan anzeigt; handelt es sich um sehr kleine Mengen, so nimmt man die Lösung verdünnter, 1 cc. etwa 1 mgr. Mangan anzeigend. Man hat

Digitized by Google

im ersten Falle 9,575 Gm., im zweiten 1,915 Gm. Permanganat für je ein Liter Lösung abzuwägen.

Da die Permanganatlösung nicht ganz unveränderlich ist, so muss man mit Hülfe eines Reductionsmittels von bekannter Zusammensetzung ihren Oxydationswerth bestimmen. Unter den seither zu diesem Zweck üblichen Mitteln ist jedoch keines welches so ganz befriedigte. Am häufigsten wird, auf die Empfehlung des Altmeisters der Titrirkunst hin, das schwefelsaure Eisenoxydulammoniak, das „Eisendoppelsalz", angewendet. Ich finde dass die Zusammensetzung dieses Salzes keineswegs so verlässig ist als man gewöhnlich annimmt. Ich habe wenigstens noch kein solches Salz unter Handen gehabt, das bei der Prüfung mit Schwefelcyankalium [8]) nicht eine sehr deutliche Oxydreaction gegeben hätte; namentlich das nach Mohr's Vorschrift durch gestörte Krystallisation erhaltene pulverige Salz gab mir immer einen zu hohen Titer der Permanganatlösung und nahm bei der Aufbewahrung allmälig an Reductionsvermögen ab. Diese Aenderung in der Zusammensetzung des Doppelsalzes kann sehr leicht übersehen werden, wenn sie zufällig gleichen oder nahezu gleichen Schritt hält mit der Abnahme des Oxydationsvermögens, welche bei der Permanganatlösung mit der Zeit

8) Wenn man mit Schwefelcyankalium kleine Mengen von Oxyd in einer Lösung von Eisenoxydulsalz entdecken will, so muss man viel von dem Reagens zusetzen; mehrere Cubikcentimeter bewirken oft eine starke Röthung, wo man mit einem Tropfen Schwefelcyankaliumlösung keine Reaction wahrnahm oder eine so geringe, dass die Menge des Oxyds verschwindend klein schien; umgekehrt wird eine Spur gelösten Schwefelcyanmetalls durch viel Eisenoxydlösung sehr deutlich angezeigt, während mit einem Tropfen die Reaction ausblieb. Die Lösung des frisch geschmolzenen reinen Schwefelcyankaliums wird durch reine Salzsäure nicht im Mindesten geröthet; die Schwefelcyanammoniumlösung färbt sich dagegen mit Salzsäure in der Regel schwach röthlich.

Digitized by Google

einzutreten pflegt. Die unrichtige Titerstellung mit Eisendoppelsalz hat mir die Arbeit von Wochen unbrauchbar gemacht und ich bin überzeugt, dass der auffallende Widerspruch zwischen den Resultaten meiner Versuche und den Angaben von Morawski und Stingl hauptsächlich auf eine unrichtige Titerstellung des Permanganats von Seiten jener Forscher zurückzuführen ist, denn auch sie verwendeten hierzu das Doppelsalz. Reiner und sehr viel beständiger als das pulverige Salz fand ich die grösseren durchsichtigen Krystalle.

Die Titerstellung mit metallischem Eisen ist umständlich und ihr Resultat allzusehr von der Sorgfalt der Ausführung abhängig.

Oxalsäure und oxalsaure Salze, namentlich das oxalsaure Natron das so leicht vollkommen rein und trocken erhalten werden kann, lassen bezüglich der Genauigkeit der Titerstellung Nichts zu wünschen übrig, sie haben jedoch mit den Eisenoxydulsalzen den Nachtheil gemein, dass sie in verdünnter Lösung nicht ganz beständig sind, daher für jede Titercontrole abgewogen werden müssen; ausserdem ist ihre Wirkung auf Permanganat eine sehr langsame.

Ich habe vor einiger Zeit [9]) die auf Silber eingestellte Lösung von Schwefelcyanammonium für die Titerstellung des Permanganats empfohlen, da ich bei einigen Versuchen sehr genau übereinstimmende Resultate bekommen hatte. Wiederholte Versuche haben mir gezeigt, dass bei wechselnden Verhältnissen der Verdünnung, des Säurezusatzes, der Temperatur kleine Schwankungen in den zur Oxydation einer gegebenen Menge von Rhodanammonium nöthigen Permanganatmengen eintreten; das Rhodanammonium ist daher für den gedachten Zweck nicht zu brauchen.

Es liegt nahe den gleichen Körper, welcher mit der Permanganatlösung gemessen werden soll, auch zur Titer-

9) Liebig's Annalen 190, 60.

stellung zu verwenden, den Titer also auf ein reines Manganoxydulsalz zu stellen. Dies bereitet man am raschesten aus Permanganat, das man in heissem Wasser auflöst und durch Einleiten von schwefliger Säure oder durch Abdampfen mit reiner Salzsäure reducirt. Es ist nicht gut die Reduction mittelst Weingeist und Säure zu bewirken, da das auf diese Weise erhaltene Salz, wenn man es nicht durch starke Glühhitze wieder nahezu völlig zersetzt, immer Reste von organischer Substanz zurückhält, welche bei der Titrirung in neutraler Lösung die Scheidung des Hyperoxydniederschlags von der Flüssigkeit verhindern. Das erhaltene Oxydulsalz wird, nachdem der Säureüberschuss durch Abdampfen grösstentheils entfernt ist, mit kohlensaurem Ammoniak gefällt. Das niedergefallene Carbonat lässt man absitzen, wäscht es mit Wasser aus und löst es dann in verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure, so dass die Säure vollständig neutralisirt wird und ein kleiner Rest des Carbonats ungelöst zurückbleibt. Aus dem Gewicht des angewendeten Permanganats kennt man annähernd die Menge des erhaltenen Mangansalzes, man verdünnt mit Wasser soweit, dass 1 Liter der Lösung etwa 4—5 g Mangan enthält. Um den Gehalt der Lösung g e n a u zu bestimmen, wird ein mit der Pipette abgemessenes Volum in einer gewogenen Platinschaale zur Trockne abgedampft und der Rückstand in der bedeckten Schaale mehrere Stunden lang mässig erhitzt; es hinterbleibt wasserfreies Sulfat ($MnSO_4$) dessen Gewicht nach genügendem Erhitzen vollkommen constant ist. Im Gegensatz zu den Angaben H. Rose's [10]) finde ich die Bestimmung des Mangans in der Form von Sulfat vollkommen verlässig; in den meisten Fällen scheint sie mir zugleich das einfachste Verfahren der Gewichtsbestimmung zu sein. Ich habe dieselbe vielfach angewendet

10) Handbuch 6. Aufl. ed. Finkener Leipzig 1871 2, 76.

Digitized by Google

und anwenden lassen; ein Beispiel möge als Beleg genügen.

20 cc. einer Lösung von Mangansulfat hinterliessen nach dem Verdampfen und Entwässern[11]) 0,1635 gm Mn SO4;

nach Zusatz von 3 Tropfen destillirter Schwefelsäure und abermaligem dreistündigen Erhitzen	0,1635	„	„
wiederholt 2 Stunden erhitzt	0,1638	„	„
4 Tropfen Schwefelsäure und wiederum 2½ Stunden erhitzt	0,1635	„	„
nach abermals dreistündigem Erhitzen	0,1635	„	„

Zur Gehaltsbestimmung einer Chlorürlösung verfährt man ganz in gleicher Weise, nur setzt man der Lösung vor dem Abdampfen etwas verdünnte reine Schwefelsäure zu. Aus der Chlorürlösung lässt sich das Mangan übrigens auch sehr leicht in die Form von Oxydoxydul überführen. Sie wird zu diesem Zweck mit etwas reinem Quecksilberoxyd [12]) versetzt, abgedampft und geglüht; zuletzt muss man im offenen Tiegel anhaltend und stark erhitzen um Constanz des Gewichts zu erreichen.

---

11) Die Schaale wurde auf einem Gasofen erhitzt; ich habe diesen Ofen Journal f. pr. Ch. [2]9,18 beschrieben; Durchmesser des Flammenrings 5 cm.; 13 Flämmchen von 1½—3 cm. Höhe, Spitze der Flammen 3—4 cm. vom Boden der Schaale entfernt. Mit einem Bunsen'schen Brenner gelingt es allerdings kaum das Mangansulfat genügend zu erhitzen ohne es theilweise zu zersetzen.

12) Zur Darstellung des reinen Quecksilberoxyds wird käuflicher Sublimat mit $^1/_{10}$ seines Gewichtes rothem Quecksilberoxyd innig zusammengerieben und im Sandbad aus einer Porzellanschaale in einen Glastrichter sublimirt. Aus dieser Mischung sublimirt das Chlorid zwar etwas schwieriger als ohne Zusatz von Oxyd, man erhält es aber vollkommen rein. Da das Chlorid des Quecksilbers flüchtiger ist als die Chloride der verunreinigenden Metalle, so bleiben letztere als Oxyde im Rückstand. Aus der Lösung des so gereinigten Chlorids wird das Oxyd in bekannter Weise mit eisenfreier Natronlauge gefällt. Nach vollkommenem Auswaschen ist es so rein, dass 4—5 Gm. des trockenen Oxyds in einer

Digitized by Google

40 cc. einer Lösung von Manganchlorür hinterliessen nach dem Abdampfen mit Schwefelsäure 0,3250 gm $MnSO_4$, nach dem Abdampfen mit Quecksilberoxyd

und Glühen	0,1635 „ Mn_3O_4;
aus 0,3250 $MnSO_4$ berechnet	0,1643 „ „

Die Titerstellung des Permanganats wird ganz so ausgeführt wie oben für die Manganbestimmungen angegeben ist; man setzt etwa 1 gm Zinkvitriol zu und 2—3 Tropfen reine Salpetersäure. Die Flüssigkeit muss zuletzt deutlich rosa gefärbt sein und diese Farbe auch bei häufig wiederholtem Schwenken und Schütteln behalten.

Die Darstellung eines ganz reinen Mangansalzes sowie die Gehaltsbestimmung der Lösung sind umständliche Arbeiten; jede nichtflüchtige Verunreinigung des Mangansalzes lässt den Titer der damit gestellten Permanganatlösung höher er-

---

gewogenen und blanken Platinschaale calcinirt keinen durch die Wage oder das Auge bemerkbaren Rückstand hinterlassen. Dies reine Quecksilberoxyd lässt sich in der Analyse vielfach mit Vortheil anwenden. Fast alle Metalle hinterbleiben vollständig als Oxyde, wenn die Lösungen ihrer Chloride mit Quecksilberoxyd abgedampft und geglüht werden. 0,0495 Zinkoxyd in Salzsäure gelöst, bis nahe zur Trockne eingedampft mit etwas Quecksilberoxyd versetzt, eingetrocknet und geglüht hinterliessen 0,0495 Gm. Zinkoxyd; aus 0,0570 Wismuthoxyd wurden in gleicher Weise 0,0580 Gm., aus 0,0385 Eisenoxyd 0,0390 der betr. Oxyde erhalten. Ich halte es für weniger umständlich die gefällten Schwefelverbindungen von Zink, Kupfer, Mangan, Kobalt, Nickel, Eisen u. s. w. in Salzsäure oder Königswasser zu lösen und, wie angegeben, in Oxyde überzuführen, als dieselben im Rose'schen Tiegel in Sulfüre zu verwandeln oder nach der Wiederauflösung mit Alkalien zu fällen. Namentlich wenn, wie so häufig der Fall, ein Theil des Niederschlags an der Wand des Fällungsgefässes fest haftet, dürfte die Bestimmung mittelst Quecksilberoxyd eine wesentliche Beschleunigung und Vereinfachung der Arbeit herbeiführen. Eisenoxyd und Thonerde werden aus der Lösung der Chloride, nicht der Sauerstoffsalze, durch Quecksilberoxyd schon bei gewöhnlicher Temperatur rasch und vollständig gefällt, frei von Alkalien, aber nicht von alkalischen Erden, wenn solche vorhanden sind.

Digitized by Google

kurzem Stehen abermals und der Wechsel zwischen farblos und blau lässt sich beliebig oft wiederholen. Das Wiederblauwerden erfolgt immer von der Oberfläche der Flüssigkeit aus, wird durch Schütteln oder Schlagen der Flüssigkeit beschleunigt und ist mithin Folge einer Oxydation durch den Sauerstoff der Luft.

Diese Erscheinung ist bedingt durch die Gegenwart von salpetriger Säure. Indem die salpetrige Säure den Wasserstoff der Jodwasserstoffsäure oxydirt, wird sie selbst zu Stickoxyd, welches in dem Wasser gelöst bleibt und sich an der Luft wieder zu salpetriger Säure oxydirt, um dann von Neuem Jod aus der Jodwasserstoffsäure in Freiheit zu setzen. Das Stickoxyd überträgt mithin einfach den Sauerstoff der Luft auf den Wasserstoff der Jodwasserstoffsäure.

Die Reaction ist sehr geeignet die vermittelnde Rolle der Oxyde des Stickstoffs bei der Schwefelsäurefabrication durch einen schönen Vorlesungsversuch zu demonstriren. Eine sehr verdünnte Jodkaliumlösung in einem grossen Kolben wird mit Salzsäure, Stärkekleister und einigen Tropfen Kalinitritlösung versetzt. Man lässt dann aus einer Quetschhahnbourette verdünnte schweflige Säure zufliessen, rasch bis zur völligen Entfärbung, ohne einen kleinen Ueberschuss von schwefliger Säure ängstlich vermeiden zu wollen, sonst wird die Mischung unter der Hand immer wieder blau. Dass das Wiederblauwerden von der Oberfläche aus erfolgt, ist um so deutlicher zu sehen je weniger Nitrit zugesetzt wurde; bei mehr Nitrit wird nach einigen Minuten wie mit einem Schlag die ganze Flüssigkeit blau. Der wiederholte Farbenwechsel ist höchst überraschend, daher der Eindruck in der Vorstellung des Schülers dauernd.

Das Wasser welches aus einem grossen, auch zur Heizung und zum Maschinenbetrieb dienenden Kessel destillirt enthält in der Regel verhältnissmässig grosse Mengen

von salpetriger Säure, da der Gehalt des Speisewassers sich in dem Destillat concentrirt; es wird auch bei lange fortgesetzter Destillation nie ganz frei von salpetriger Säure, weil die Speisepumpe immer neues Wasser in den Kessel einführt. Auch bei den Titrirungen mit Permanganat darf selbstverständlich kein Wasser angewendet werden, welches salpetrige Säure enthält.

Nachstehend sind die Resultate einiger Titerstellungen nach verschiedenen Methoden mit einander verglichen. Zu allen Versuchen diente die gleiche Permanganatlösung, welche aus reinen Krystallen bereitet und nicht ganz zehntel-normal war. Die letzte Columne „Factor" gibt das Volum einer Zehntel-Normal-Lösung an, welches nach dem Ergebniss des betr. Versuches 1 vol. der angewendeten Permanganatlösung äquivalent wäre.

Substanz		Permanganatlösung	
	Gm.	Gebraucht CC.	Factor
Eisendoppelsalz pulvr. frisch	1,5000	38,6	0,991
„ klare Krystalle alt	1,4045	36,4	0,984
„ „ „ andere Darstellg. alt	1,3945	36,0	0,987
Oxalsaures Natron	0,3850	58,5	0,982
„	0,4465	68,0	0,980
Eisenammoniakalaun (mit Zink reducirt)	1,2635	26,7	0,982
Eisen, Draht	0,2000	36,4	0,981
Unterschwefligsaures Natron Lösung, Factor 0,984	9,96cc[13])	10,0	0,980
„ „ „	19,92	20,0	0,980
„ „ „	30,08	30,2	0,980
„ „ „	39,20	39,4	0,980
Manganvitriollösung 10 C.C.		21,6[14])	0,988
$=$ 0,09675 Gm. $MnSO_4$		21,7[14])	0,984

13) Mit $^1/_{100}$ Jodlösung zurückgemessen.

14) Je fünf übereinstimmende Titrirungen.

Digitized by Google

Wie man sieht, ergibt die Bestimmung mit frisch bereitetem pulverigem Eisendoppelsalz einen viel zu hohen Titer; die jodometrischen Titerstellungen stimmen untereinander vollständig und mit denjenigen mittelst Natronoxalat, Eisenammoniakalaun und metallischem Eisen so gut wie vollständig überein. Die Manganvitriollösung ergiebt den Titer erheblich zu hoch; sie muss wohl trotz aller angewendeten Sorgfalt doch nicht vollkommen rein gewesen sein.

Verhalten des Manganoxyduls gegen Permanganat bei Gegenwart starker Säuren.

Man nimmt, wie es scheint, ziemlich allgemein an, die Einwirkung von Permanganat auf Manganoxydulsalze werde durch freie Säure verhindert. Diese Annahme ist eine irrige. Verzögert wird die Reaction allerdings, aber keineswegs verhindert; auch aus Lösungen, welche von Mineralsäuren sehr stark sauer sind, lässt sich das Mangan durch Permanganat vollständig ausfällen; dabei können die Verhältnisse, Verdünnung, Menge der Säure, Temperatur innerhalb sehr weiter Gränzen schwanken ohne das Endresultat, die vollständige Ausfällung des Mangans zu beeinträchtigen. Im Allgemeinen wird die Bildung von Hyperoxyd durch Concentration und Temperaturerhöhung begünstigt und beschleunigt, durch Verdünnung und Säurezusatz erschwert und verlangsamt. Eine sehr verdünnte Mangansalzlösung mit Permanganat und wenig Säure versetzt, bleibt bei gewöhnlicher Temperatur Stunden lang klar und roth, allmälig aber trübt sie sich durch Abscheidung von Hyperoxyd und verblasst sie; wenn die Menge des Permanganats zur Ausfällung eben hinreichte, so ist die Röthung nach 2—3 Tagen vollständig verschwunden und die abfiltrirte Flüssigkeit vollkommen frei von Mangan.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die bei der Ti-

Digitized by Google

trirung von Eisen oder Oxalsäure mit Permanganat nach Beendigung der Oxydation verbleibenden rosa gefärbten stark sauren Flüssigkeiten in kurzer Zeit ihre Farbe verlieren. Man erklärt sich dies aus einem Zerfallen der freien Uebermangansäure [15]) oder aus der Reduction der Säure durch organische Stoffe [16]); in der That beruht aber dies Nachbleichen auf der Reduction der Uebermangansäure durch das in der Lösung vorhandene Oxydulsalz, denn reines Wasser mit Schwefelsäure oder Salpetersäure angesäuert und mit einem Tropfen Permanganatlösung gefärbt behält seine Farbe viele Tage lang, während die gleiche Mischung, der man etwas Manganoxydulsalz zusetzte, nach einigen Stunden entfärbt ist. Concentrirtere Lösungen lassen auch, wenn sie mit sehr viel Säure versetzt wurden, das Mangan rascher fallen. Das Mangansulfat aus 90 cc. Permanganatlösung (nahezu zehntelnormal) in 200 cc. Wasser gelöst mit 100 cc. Salpetersäure (1,2 sp.G.) und 60 cc. der gleichen Permanganatlösung versetzt, hatte beim Stehen über Nacht alles Mangan als Hyperoxydhydrat fallen lassen. Beim Erwärmen geht die Abscheidung sehr viel rascher vor sich. Die Lösung eines erbsengrossen Stückes Manganvitriol in 2—3 CC. Wasser mit dem fünffachen Volum verdünnter Schwefelsäure (1:5) vermischt, und beinahe zum Sieden erhitzt, gibt beim Eintropfen von Permanganatlösung sofort einen Niederschlag von Hyperoxyd. Aus nur eben angesäuerten Lösungen wird das Mangan durch Permanganat in der Wärme fast ebenso rasch und vollständig wie aus neutralen Lösungen ausgefällt.

Die Fällung einer stark sauren Manganoxydulsalzlösung mit Permanganat ist der bequemste Weg zur Darstellung eines sehr schönen und reinen Hyperoxydhydrates.

15) Fresenius Anleitung z. quant. chem. Analyse, 5. Aufl. 1864, 232; Fleischer, die Titrirmethode etc. 2. Aufl. Lpz. 1876, 71.

16) Mohr, Titrirmethode, 5. Aufl. 1877, 189.

Man löst 10 gm Manganvitriol in ½ Liter Wasser, setzt 100 cc. Salpetersäure (1,2 sp. G.) zu, erhitzt bis nahe zum Sieden, tröpfelt eine concentrirte Permanganatlösung zu und lässt zuletzt mit einem Ueberschuss von Permanganat etwa 1 Stunde auf dem Wasserbad digeriren. Der Niederschlag ist sehr feinpulvrig; unter dem Mikroskop sieht er aus wie ein krystallinisches Pulver, doch ist keinerlei bestimmte Form zu erkennen. Wendet man weniger Säure an, so erhält man ein weniger dichtes und stark kalihaltiges Hyperoxyd. Der Niederschlag wird mit heissem Wasser, dem etwas Salpetersäure zugesetzt ist, erst durch Decantiren, dann auf dem Filter gewaschen und in Häufchen auf Fliesspapier gesetzt an der Luft getrocknet. Man erhält so ein sehr lockeres stark abfärbendes Pulver von prachtvollem Braunschwarz, dessen Lüster an den kupfrigen Schiller des Pariserblau erinnert. War die Mangansalzlösung frei von anderen Schwermetallen, so ist das Hyperoxydhydrat rein; höchstens enthält es Spuren von Kali.

Für die oben beschriebene Titrirung des Mangans ist ein Zusatz von Säure nicht absolut erforderlich; wenn die angewendeten Materialien namentlich das zur Verdünnung benutzte Wasser rein und von organischen Substanzen vollkommen frei sind, ist es gleichgültig ob das Mangan aus neutraler oder angesäuerter Lösung gefällt wird. In neutralen Lösungen wird aber die Titrirung schon durch die minimalsten Mengen von organischen Substanzen unmöglich gemacht, indem diese das Zusammenballen des gebildeten Hyperoxyds und die Klärung der Flüssigkeit verhindern. Eine Manganchlorürlösung z. B., welche aus Permanganat durch Reduction mit Salzsäure und gewöhnlichem Weingeist, Abdampfen zur Trockne und Wiederauflösen in reinem Wasser dargestellt worden war, gab auf Zusatz von Permanganat eine dunkelrothbraune trübe Sauce, welche sich auch bei tagelang fortgesetzter Digestion

Digitized by Google

in der Wärme nicht klärte. Dieselbe Erscheinung wurde ausnahmslos beobachtet, wenn man zur Verdünnung das aus dem grossen Heiz- und Maschinenkessel des Laboratoriums destillirte Wasser benutzt hatte, oder wenn die Lösungen durch Papier filtrirt worden waren. In allen diesen Fällen liess sich aber die Titrirung sehr gut ohne alle auffällige Erscheinung und mit vollkommen richtigem Resultat ausführen, wenn man den Lösungen einige Tropfen Salpetersäure zusetzte. Durch Ausführung in saurer Lösung wird also das Verfahren sicherer und von solchen kleinen Zufälligkeiten unabhängig. Da Schwefelsäure die Hyperoxydbildung viel mehr verzögert als Salpetersäure, so ziehe ich die letztere Säure vor. Ist die Lösung in welcher das Mangan titrirt werden soll neutral, so setzt man ihr 2 — 4 Tropfen reine farblose Salpetersäure (1,2 sp. G.) zu; ist sie sauer, so neutralisirt man erst mit kohlensaurem Natron bis zur beginnenden Bildung eines bleibenden Niederschlags und gibt dann einige Tropfen Salpetersäure zu.

Von Salzsäure saure Lösungen lassen sich natürlich mit Permanganat in der Wärme nicht titriren; Clormetalle dagegen in kleiner Menge schaden durchaus nicht. Bei grösseren Mengen von Chlormetall (über $^1/_2$ Gramm Chlor im Litre) wird das Ende der Titrirung unsicher, weil die Färbung auch nach der völligen Ausfällung des Mangans nicht länger als einige Minuten stehen bleibt. Man thut dann besser, die Salzsäure durch Abdampfen mit Schwefelsäure zu verjagen.

Trennung des Eisens von Mangan.

Von den das Mangan gewöhnlich begleitenden anderen Metallen übt nur das Eisen, wenn es in grösserer Menge vorhanden ist, einen nachtheiligen Einfluss auf diese Titrirmethode aus.

Digitized by Google

Bei Anwendung neutraler Mangansalzlösungen wird schon durch sehr geringe Mengen von Eisenoxydsalz das Absitzen des Niederschlags verhindert; die Flüssigkeit bleibt trübe und undurchsichtig, so dass sich ihre Farbe nicht beurtheilen lässt. Sind grössere Mengen von Eisenoxydsalz zugegen, so fällt überhaupt kein Hyperoxyd aus. In der angesäuerten Lösung sind kleine Mengen von Eisenoxydsalz ohne nachtheiligen Einfluss, grössere Mengen verhindern auch hier die Bildung von Hyperoxyd; nur wenn sehr viel Säure zugesetzt und anhaltend erwärmt wird, fällt eine Verbindung von Eisenoxyd mit Manganhyperoxyd aus. [17])

Für die Titrirung des Mangans mit Permanganat muss daher das Eisen vorher entfernt werden. Die seither üblichen Methoden der Trennung von Eisenoxyd und Manganoxydul lassen aber Vieles zu wünschen übrig. Die Fällung durch kohlensauren Baryt, oder durch Kochen der essigsauren Lösung liefert ein manganhaltiges Eisenoxyd und man muss für einigermassen genaue Scheidung den Process wiederholen, wodurch das Verfahren zu umständlich wird; auch ist Essigsäure zu vermeiden, da sie in der Wärme durch Permanganat oxydirt wird. Die neuerdings von Kessler [18]) angegebene Fällung des Eisens als basisches Oxydsulfat setzt möglichst vollständige Neutralisation der Lösung voraus, eine selbst mit Anwendung der von Kessler empfohlenen Tropfapparate immerhin noch recht langweilige und unangenehme Arbeit. Ich würde in der That Anstand nehmen diese verbesserte Auflage der Mangantitrirung mit Permanganat zu veröffentlichen, wenn ich nicht zugleich für die Abscheidung des Eisens ein einfacheres und vollkommeneres Mittel anzugeben wüsste.

---

17) Vgl. Hannay Chem. News **36**, 212.

18) Kessler Zeitschrift f. analyt. Chemie 18, 3.

Digitized by Google

Versetzt man die Lösung eines Eisenoxydsalzes mit Zinkoxyd im Ueberschuss, so fällt das Eisenoxyd sofort und bei gewöhnlicher Temperatur vollständig nieder. Auch wenn die Lösung reichlich Mangan enthält, ist der Niederschlag nach dem Auswaschen völlig frei von Mangan; er ist von hellerer Farbe und erscheint etwas dichter als Eisenhydroxyd, wenigstens setzt er sich sehr rasch ab. Derselbe enthält Zinkoxyd in chemischer Verbindung und steht dieser Umstand offenbar mit der Abwesenheit des Mangans in ursächlichem Zusammenhang. Das Eisenoxydhydrat verhält sich gegen Metalloxyde ähnlich wie oben von dem Manganhyperoxyd erörtert wurde; die Gegenwart des Zinksalzes verhindert das Niederfallen von Manganoxydul, wie dort mit Manganhyperoxyd, so hier mit dem Eisenoxyd, indem das Zinkoxyd statt des Manganoxyduls mit dem niederfallenden Oxyd in Verbindung tritt. Das zinkoxydhaltige Eisenhydroxyd hinterlässt beim Ausglühen ein zimmtbraunes Pulver, welches von dem Magneten zwar schwach aber unverkennbar angezogen wird. Die Verbindung gehört also zu der Gruppe von magnetischen Oxyd-Oxydulen, welche neuerdings K. List [19]) beschrieben hat.

Die über dem Niederschlag von Eisenhydroxyd stehende Flüssigkeit ist milchig trübe, läuft aber klar und rasch durch's Filter; das Filtrat enthält keine Spur von Eisen mehr, wenn alles Eisen als Oxyd vorhanden war.

Ich benutze zu dieser Fällung des Eisens das käufliche Zinkweiss, welches ich stets frei von Manganverbindungen gefunden habe. Dasselbe ist gewöhnlich mit allerhand organischen Stoffen, Fasern, Holzsplittern u. dgl. verunreinigt. Man glüht dasselbe im offenen hessischen Tiegel unter häufigem Umrühren stark und anhaltend, reibt es dann

19) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft **11**, 1512.

Digitized by Google

mit Wasser an und schlemmt das zarte Pulver von den schweren Zinkkörnern ab. Eine Probe vom untersten Theil des wieder abgesetzten Schlammes prüft man auf etwaigen Gehalt an feineren Metallkörnchen durch Auflösen in verdünnter Schwefel- oder Salpeter-Säure, die mit einem Tropfen Permanganatlösung gefärbt ist. Die Färbung darf dabei nicht verschwinden; auch nicht bei Digestion in der Wärme. Das Oxyd wird mit Wasser angerührt zum Gebrauch vorräthig gehalten.

Metalllegirungen wie die verschiedenen Eisen- und Stahl-Arten, die manganreichen Ferromangane werden zur Bestimmung des Mangans zweckmässig in verdünnter Schwefelsäure unter Zusatz von Salpetersäure gelöst. Man macht die Auflösung gleich in der Literflasche, die auf dem Wasserbad erwärmt wird. In einer Mischung aus 3 Vol. verdünnter Schwefelsäure (1,13 sp. G.) und 1 Vol. Salpetersäure (1,4 sp. G.) löst sich der gewöhnliche Flaschendraht beim Erwärmen auf dem Wasserbad, ohne dass die Gasentwicklung stürmich wird, in 5—6 Minuten, doch muss man längere Zeit digeriren um das Eisen vollständig in Oxyd zu verwandeln. Ebenso sind alle Substanzen zu behandeln, welche von verdünnter Schwefelsäure oder von Salpetersäure gelöst resp. aufgeschlossen werden. Manche Erze und Schlacken lassen sich nur mit Hülfe von Salzsäure aufschliessen oder werden von Salzsäure leichter aufgeschlossen als von anderen Säuren; in diesem Fall versetzt man die salzsaure Lösung nach der Oxydation des Eisens ohne von dem ungelösten abzufiltriren mit etwas concentrirter Schwefelsäure und verdampft sie in einer Porzellanschale zuerst auf dem Wasserbad, danach auf dem Gasofen bis die Schwefelsäure anfängt abzurauchen. Man spült dann die Masse mit Wasser in die Literflasche über.

Die Hauptmasse der Säure wird nun mit kohlensaurem

Digitized by Google

Natron oder Aetznatron [20]) neutralisirt, dann gibt man in Wasser aufgeschlämmtes Zinkweiss zu, bis alles Eisen gefällt ist. Man erkennt dies daran, dass die Lösung, welche bei allmäligem Zusatz des Zinkoxyds zuerst die dunkle Färbung des basischen Eisenoxydsalzes annimmt, plötzlich gerinnt, und die Flüssigkeit über dem Niederschlag milchig wird. Selbstverständlich kann die vorherige Neutralisation mit Natron auch unterbleiben, sie kann ebensogut durch Zinkoxyd bewirkt werden. Nach geschehener Fällung füllt man die Flasche mit Wasser bis zur Marke, mischt, lässt einige Minuten absetzen und filtrirt durch ein trockenes Faltenfilter in ein trockenes Gefäss. Von dem Filtrat wird ein Theil (200 cc.) abgemessen, in eine Kochflasche gebracht, mit 2—4 Tropfen Salpetersäure angesäuert und zum Kochen erhitzt. Wenn die Flüssigkeit kocht, nimmt man den Kolben vom Feuer und lässt die Permanganatlösung aus der Burette eintropfen. Mit einer zweiten oder dritten Portion des Filtrats kann die Titrirung wiederholt werden.

Die Vernachlässigung des Raumes, welchen das gefällte Eisenhydroxyd, sowie der etwa zugesetzte kleine Ueberschuss von Zinkoxyd einnehmen, verursacht allerdings einen kleinen Fehler, dessen Grösse mit der Menge des vorhandenen Eisens wächst. Aber selbst wenn von einem an Mangan sehr armen Eisen zur Manganbestimmung 20 Gr. in Arbeit genommen wurden, wird dieser Fehler den Mangangehalt doch nur um einige Tausendstel zu hoch erscheinen lassen; er kann daher füglich vernachlässigt werden.

Die nachstehenden Manganbestimmungen wurden mit je 20 CC. einer Manganvitriollösung enthaltend 0,1935 $MnSO_4$ ausgeführt unter Zusatz wechselnder Mengen von Eisen-

---

20) Das sehr reine blättrige Aetznatron der chem. Fabriken enthält in der Regel etwas Mangan.

Digitized by Google

chlorid, welches frei von Mangan aus Eisenammoniakalaun [21]) dargestellt worden war. Nach der Fällung wurde auf 1000 CC. verdünnt.

Bei 2 und mehr Gramm Eisenchlorid per Liter war die Endreaction zu rasch vorübergehend, um mit Sicherheit erkannt zu werden, in den Versuchen 5 und 6 ist desshalb die Salzsäure durch Abdampfen mit Schwefelsäure ausgetrieben worden.

Factor der Permanganatlösung 0,977.

	Eisenchlorid Gm.	Zur Titrirung abgemessen	gebraucht. Permang. CC.	Gefunden $Mn SO_4$
1)	1,0	400	17,4	0,1931 Gm.
		400	17,5	
2)	1,0	400	17,4	0,1931 „
		400	17,5	
3)	2,0	400	17,6—18,0	
4)	3,0	400	18,5—19,2	
5)	3,0	200	8,8	0,1948 „
		200	8,8	
		200	8,8	
6)	6,0	200	8,8	
		200	8,8	
		200	8,8	
			Angewendet:	0,1935 „

Verhalten der Manganoxydulsalze gegen Bleihyperoxyd, Chlor, Brom u. s. w.

Wiederholt ist vorgeschlagen worden, das Manganhyperoxyd ganz aus der Reihe der eigenthümlichen Oxydationsstufen des Mangans zu streichen und dasselbe als

21) Die käuflichen Eisensalze, Vitriol, das „reine“ Doppelsalz für die Analyse, krystallisirtes wie sublimirtes Eisenchlorid, alle mit Ausnahme des Eisenammoniakalauns fand ich immer manganhaltig.

Digitized by Google

Manganat oder Permanganat des Manganoxyduls zu betrachten. Es lässt sich mancherlei gegen diese Auffassung geltend machen, doch scheint mir das Verhalten der Manganoxydulsalze gegen Uebermangansäure sehr zu Gunsten derselben zu sprechen; auch die Einwirkung anderer Oxydationsmittel auf Manganoxydulsalze, namentlich die des Bleihyperoxyds dürfte von dieser Auffassung aus am ehesten erklärlich werden.

Bleihyperoxyd fällt das Mangan aus neutralen Lösungen als Hyperoxyd, während es in salpetersaurer oder schwefelsaurer Lösung Uebermangansäure erzeugt.

Diese beiden Reactionen stehen einigermassen im Widerspruch mit der gewöhnlichen chemischen Erfahrung. In der Regel wird die Bildung eines höheren Oxyds, wenn dieses die Eigenschaften einer starken Säure besitzt, ganz wesentlich begünstigt durch die Gegenwart starker Basen, durch saure Reaction aber erschwert. Hier sehen wir dagegen bei neutraler Reaction und bei Gegenwart einer starken Base, nämlich des durch die Reaction gebildeten Bleioxyds, ein niederes indifferentes Oxyd entstehen, während in der sauren Flüssigkeit das stark saure höchste Oxyd des Mangans erzeugt wird.

Diese scheinbare Anomalie ist auf Grund der im Vorhergehenden niedergelegten Erfahrungen über das Verhalten der Uebermangansäure gegen Manganoxydulsalze leicht zu erklären.

Bei allen den Reactionen, durch welche das Mangan in Hyperoxyd übergeführt wird, bei Einwirkung von Chlor, Brom, Bleichsalzen, Mennige u. s. w. sieht man in der Regel zuletzt die Flüssigkeit die Rosafarbe der Uebermangansäure annehmen; das Erscheinen dieser Farbe galt ja bei der früher in der Mineralanalyse so vielfach angewendeten Fällung des Mangans aus essigsaurer Lösung nach

Digitized by Google

Schiel als ein Zeichen der vollendeten Oxydation. Nun is aber zu beachten, dass Manganhyperoxydhydrat sich gegen jene Oxydationsmittel vollkommen indifferent verhält und durch dieselben keine weitere Oxydation erleidet; das Hyperoxyd kann daher auch unmöglich eine Zwischen- oder Uebergangsstufe von Manganoxydul zu Uebermangansäure bilden und die letztere kann nicht aus dem Hyperoxyd, sie muss vielmehr direct aus dem Oxydul entstanden sein. Hierdurch wird es höchst wahrscheinlich, um nicht zu sagen gewiss, dass das Hyperoxyd überhaupt nicht das unmittelbare Product der Oxydation vorstellt, dass vielmehr in erster Linie Uebermangansäure gebildet wird, welche, so lange noch Oxydul vorhanden ist, sich mit diesem vereinigt und als Hyperoxyd niederfällt. Erst wenn das Oxydul in dieser Weise fast vollständig niedergeschlagen ist, bleibt die aus dem letzten Restchen von Oxydul gebildete Uebermangansäure bestehen, weil sie jetzt kein Oxydul mehr vorfindet, mit welchem sie sich vereinigen könnte.

Dass der Oxydationsvorgang wirklich in dieser Weise verlauft, lässt sich am deutlichsten erkennen bei Einwirkung von Bleihyperoxyd auf Manganoxydulsalze; man hat es da ganz in der Hand das Mangan entweder vollständig in Hyperoxyd oder vollständig in Uebermangansäure zu verwandeln.

Lässt man in eine nicht zu verdünnte Lösung von Mangansalz, welche reichlich mit Salpetersäure versetzt (z. B. 0,025 gm Manganvitriol 50 CC. Wasser und etwa 25 CC. Salpetersäure von 1,18 sp. G.) und bis nahe zum Sieden erhitzt ist, einige wenige Körnchen von Mennige oder Bleihyperoxyd fallen, so sieht man an der Einfallstelle die Purpurfarbe der Uebermangansäure entstehen, aber sehr rasch wieder verschwinden, während eine braunschwarze Trübung sich durch die Flüssigkeit verbreitet. Ein neuer

Digitized by Google

Zusatz von Mennige ruft die gleiche Folge von Erscheinungen hervor. Fährt man fort, Mennige in kleinen Antheilen einzutragen, so kommt man zuletzt dahin, dass ein neuer Zusatz von Mennige entweder gar keine Röthung mehr hervorruft oder nur eine sehr schwache, welche bei fortgesetzter Digestion in der Wärme nicht mehr verschwindet, durch weiteres Eintragen von Mennige aber auch nicht intensiver wird. Filtrirt man die Flüssigkeit jetzt — falls sie von Uebermangansäure geröthet war, nachdem letztere durch einen Tropfen Weingeist reducirt ist — so findet man in dem Filtrat keine Spur von Mangan, dieses ist vollständig als Hyperoxyd gefällt.

Hier sieht man auf's Deutlichste, zuerst entsteht — und zwar unmittelbar aus dem Oxydul — Uebermangansäure, und das Hyperoxyd bildet sich erst in zweiter Linie aus Uebermangansäure und Manganoxydul. Diese Fällung der Uebermangansäure durch Manganoxydul erfolgt um so rascher, je weniger freie Säure zugegen ist; in neutraler Lösung muss die Uebermangansäure im Moment ihrer Bildung sofort wieder niedergeschlagen werden, denn eine neutrale Mangansalzlösung lässt mit Permanganat augenblicklich Hyperoxyd fallen, ohne sich auch nur vorübergehend zu röthen. Der eigentliche Oxydationsvorgang ist wie man sieht der gleiche in der neutralen wie in der sauren Lösung, in beiden Fällen ist Uebermangansäure das einzige directe Oxydationsproduct; bei Gegenwart eines grossen Ueberschusses von Salpetersäure wird nur die Abscheidung des Manganopermanganats soweit verzögert, dass sich die gebildete Uebermangansäure durch ihre Farbe bemerklich macht.

War nur sehr wenig Mangan in Lösung und wurde in die heisse salpetersaure Lösung mit einmal eine grössere Menge von Mennige geschüttet, so wird mehr Ueberman-

gansäure gebildet, als mit dem übrigen Oxydul niederfallen kann; die Flüssigkeit behält dann die Farbe der Uebermangansäure; das ist die schöne Manganreaction von Walter Crum.

Lässt man die sehr verdünnte Mangansalzlösung in die bis fast zum Sieden erhitzte Oxydationsmischung (verdünnte Salpetersäure und Mennige oder Bleihyperoxyd) unter fortwährendem Umrühren langsam eintropfen, so gehen selbst grössere Mengen von Mangan vollständig in Uebermangansäure über; auch wenn eine sehr verdünnte Lösung von Mangansalz kalt mit Salpetersäure und Mennige versetzt, dann sehr allmälig erwärmt und erst nach längerer Digestion bei 35—40° zum Sieden erhitzt wird, kann alles Mangan als Uebermangansäure in Lösung erhalten werden.

Chlorwasser, Bleichsalze und ähnliche Oxydationsmittel wirken auf Manganoxydulsalze zweifellos in gleicher Weise wie Bleihyperoxyd, nämlich in erster Linie Uebermangansäure bildend; dies wird wie schon erwähnt durch das schliessliche Auftreten der Uebermangansäure bei diesen Oxydationen bewiesen.

Ich habe versucht, die im Vorstehenden mitgetheilten Erfahrungen für die Scheidung und Bestimmung des Mangans nutzbar zu machen.

Die Fällung des Mangans als Hyperoxyd war früher vielfach in Brauch zum Zweck der Scheidung dieses Metalles von den Alkalien, alkalischen Erden, Nickel- und Zink-Oxyd; man bewerkstelligte dieselbe entweder in neutraler Flüssigkeit mit Bleihyperoxyd nach Gibbs oder häufiger nach Schiel in schwach saurer Lösung bei Gegenwart von essigsaurem Natron mittelst Chlor, Brom oder Bleichsalzen. Es ist bekannt [22]), dass der gedachte Zweck vollständig weder

22) Vgl. H. Rose Handbuch 6 Aufl. ed. Finkener 2, 925 u. Fresenius Anleitung z. quant. chem. Anal. 6. Aufl. 1,568.

auf die eine noch auf die andre Weise erreicht wird. Mehr Erfolg schien mir die Fällung bei Gegenwart eines grossen Säureüberschusses zu versprechen.

Meine Versuche haben ergeben, dass das Mangan aus einer stark salpetersauren Lösung, welche Kobalt, Nickel, Zink, alkalische Erden, Alkalien enthält, durch Bleihyperoxyd oder Halogene nicht völlig frei von jenen Oxyden abgeschieden wird. Löst man jedoch das so erhaltene Hyperoxyd mit Hülfe eines Reductionsmittels wieder auf und fällt nochmals in gleicher Weise aus stark salpetersaurer Lösung, so bleiben die begleitenden Oxyde so gut wie vollständig in Lösung, der Niederschlag enthält davon nichts mehr oder doch nur unwägbare Spuren; Eisenoxyd dagegen geht auch bei wiederholter Fällung in erheblichen Mengen mit in den Niederschlag über.

Die Bildung des Manganhyperoxyds sowohl mit Bleihyperoxyd als mit Halogenen geht um so rascher vor sich je concentrirter die Lösung ist; sie wird durch freie Schwefelsäure erheblich verlangsamt und bei grossem Ueberschuss von Schwefelsäure wird die Fällung leicht unvollständig; Salpetersäure dagegen, auch in sehr beträchtlichen Mengen, erschwert oder verzögert die Ausfällung des Mangans nicht wesentlich.

Will man das Mangan mittelst Bleihyperoxyd abscheiden, so darf die Manganlösung selbstverständlich keine Halogenwasserstoffsäuren oder andere reducirende Substanzen enthalten, sie soll nicht zu verdünnt sein und ist nöthigenfalls durch Abdampfen zu concentriren. Man versetzt dieselbe mit reichlich Salpetersäure (15—20 cc. auf 100—200 cc. Flüssigkeit), erhitzt zum Kochen und gibt nun allmälig in sehr kleinen Antheilen das Oxydationsmittel zu, während die Flüssigkeit fortwährend im oder nahe beim Kochen erhalten wird. Vor jedem neuen Zu-

Digitized by Google

satz muss man warten bis die entstandene Röthung wieder verschwunden ist. In der Regel bleibt nach beendeter Oxydation eine schwache Röthung, welche auch, wenn man zehn Minuten lang kochen lässt, nicht mehr verschwindet; man entfärbt dann durch einen Tropfen Weingeist und filtrirt. Auch wenn ein neuer Zusatz von Bleihyperoxyd keine Röthung mehr hervorruft, ist die Oxydation fertig. Das abfiltrirte Hyperoxyd wird etwas gewaschen und sammt Filter in einer Porzellanschale auf dem Wasserbad mit schwefliger Säure digerirt bis keine dunklen Partikelchen mehr zu bemerken sind. Nachdem man die überschüssige schweflige Säure verjagt, reichlich Salpetersäure zugesetzt und durch Abdampfen wieder concentrirt hat, wird die Fällung wie oben wiederholt. Als Fällungsmittel ist reines aus Bleizucker mit Chlor und Alkali dargestelltes Bleihyperoxyd, nicht Mennige anzuwenden, da letztere fast immer etwas Mangan [23]) enthält.

Man kann also das Mangan mittelst Bleihyperoxyd von Kupfer, Kobalt, Nickel, Zink, alkalischen Erden und Alkalien scheiden, doch ist das Verfahren etwas umständlich, da man aus Filtrat und Rückstand wieder das Blei zu entfernen hat; einfacher in der Ausführung gestaltet sich die Fällung mit Halogenen.

Die oxydirende Wirkung der Halogene ist aber begleitet und bedingt von der Bildung einer Halogenwasserstoffsäure, welche ihrerseits in der Wärme wieder reducirend auf Manganhyperoxyd einwirkt; eine verdünnte Mangansalzlösung gibt daher beim Erwärmen mit Chlorwasser zwar einen Niederschlag von Hyperoxyd, die Fällung wird aber nicht vollständig. Setzt man essigsaures Natron zu, so fällt alles Mangan, aber dieses Mittel neutralisirt

23) Eine manganhaltige Mennige gibt beim Erwärmen mit Salpetersäure nicht direct eine Reaction auf Mangan, sondern erst nach Behandlung mit Reductionsmitteln.

Digitized by Google

zugleich alle vorhandenen starken Säuren. Damit sich die Reaction in einer von Salpetersäure sauren Flüssigkeit vollziehe, muss die Halogenwasserstoffsäure entfernt oder unschädlich gemacht werden ohne andere starke Säuren zu binden. Dies ist leicht zu erreichen durch einen Zusatz von salpetersaurem Silber, welches die oxydirende Wirkung der Halogene nicht im Mindesten beeinträchtigt, sondern eher noch begünstigt, während es die Halogenwasserstoffsäuren vollständig ausser Reaction setzt.

Erwärmt man eine mit etwas Silbernitrat und viel Salpetersäure versetzte Mangansalzlösung auf dem Wasserbad unter allmäligem Zusatz von Chlorwasser oder Bromwasser, so ist in kurzer Zeit alles Mangan gefällt bis auf eine Spur von Uebermangansäure, welche die Flüssigkeit roth färbt; mit einem Tropfen Weingeist entfärbt ist die Lösung völlig frei von Mangan. Der Niederschlag enthält ausser Chlor- bezw. Bromsilber Manganhyperoxyd in Verbindung mit Silberoxyd.

Eine Lösung von Quecksilberchlorid entwickelt beim Erwärmen mit Braunstein und verdünnter Schwefelsäure oder Salpetersäure kein Chlor; die Halogenwasserstoffsäure lässt sich daher ebensogut wie durch Silbersalz durch salpetersaures Quecksilberoxyd binden und für die analytische Anwendung ist letzteres selbstverständlich vorzuziehen.

Die nicht zu verdünnte Manganlösung wird mit Salpetersäure und etwas reinem Quecksilberoxyd versetzt und zum Sieden erhitzt, dann gibt man unter fortwährendem Erwärmen Chlor- oder Bromwasser zu bis zur bleibenden Röthung; dieses Zeichen der vollendeten Oxydation tritt jedoch nicht immer ein; man erkennt dann die vollständige Ausfällung daran, dass die vorher trübe braune Flüssigkeit vollkommen klar wird und nach erneutem Zusatz des Oxydationsmittels klar bleibt. Bei ½ gm Manganvitriol in

50 cc. Wasser gelöst mit 15—20 cc. Salpetersäure (1,2 sp. G.) und etwa 1 gm Quecksilberoxyd ist die Fällung in 15 bis 20 Minuten vollendet. Zur Scheidung des Mangans von den oben genannten Metallen muss das Hyperoxyd wieder gelöst und in gleicher Weise nochmals gefällt werden.

Zur Gewichtsbestimmung des Mangans wird der Niederschlag entweder ohne Weiteres geglüht und als Oxydoxydul gewogen oder durch Auflösen in Salzsäure, Abdampfen mit etwas Schwefelsäure und längeres Erhitzen auf dem Gasofen in wasserfreies Sulfat verwandelt, wobei die kleine Menge Quecksilberoxyd, welche im Niederschlag enthalten ist, sich als Sublimat verflüchtigt.

Dass das Mangan in dieser Weise vollständig ausgefällt und sehr genau bestimmt werden kann wird durch nachstehende Analysen belegt.

50 cc. einer Lösung von Manganvitriol enthaltend 0,2615 $Mn\,SO_4$ mit 0,2 gm Kobaltvitriol gaben nach doppelter Fällung des Mangans mit Bromwasser und salpetersaurem Quecksilberoxyd

1) 0,2618, 2) 0,2610 gm $MnSO_4$.

Bei vorstehenden Versuchen war im Niederschlag weder mittelst der Phosphorsalzperle noch mit Schwefelwasserstoff in essigsaurer Lösung Kobalt nachzuweisen. In der Regel wird man in dem Manganhyperoxyd, welches in angegebener Weise bei Gegenwart von Kobalt-, Nickel-, Zink-, Calcium-, Magnesium-, Kalium-Salzen abgeschieden wurde, eben erkennbare, kaum aber wägbare Spuren der begleitenden Metalle auffinden.

Betreffs der Walter Crum'schen Reaction auf Mangan möchte ich darauf aufmerksam machen, dass diese Reaction den Ungeübten leicht täuschen kann; denn gerade da, wo

Digitized by Google

sehr viel Mangan vorhanden ist, in concentrirten Mangansalzlösungen folgen Bildung und Fällung der Uebermangansäure so rasch auf einander, dass die Farbenänderung kaum zu bemerken ist. Für alle Fälle wird diese Prüfung zweckmässig in folgender Art angestellt: Etwa 10 CC. eines Gemisches aus gleichen Raumtheilen Salpetersäure und Wasser werden nach Zusatz einer starken Messerspitze Mennige in einer Probirröhre bis fast zum Sieden erhitzt, dann gibt man tropfenweise die auf Mangan zu prüfende verdünnte Flüssigkeit zu. Ist Mangan vorhanden, so tritt die Färbung sofort ein, und zwar selbst dann wenn die Lösung Chlormetalle enthält.

Die Oxydation des Mangans zu Uebermangansäure ist wiederholt [24]) auch für quantitative Bestimmungen in Vorschlag gekommen, doch konnte sie nur für sehr minimale Mengen von Mangan Anwendung finden, da bei irgend erheblichen Mengen nur Bruchtheile des Mangans wirklich zu Uebermangansäure oxydirt wurden. Nach Boussingault [25]) wäre schon bei 3 Mgr. Mangan die Gränze der Genauigkeit erreicht. Nach dem Verfahren, welches ich oben angegeben habe, ist es mir gelungen bis zu 100 Mgr. Mangan in einer Operation vollständig oder so gut wie vollständig in Uebermangansäure überzuführen.

Bei den nachstehenden Versuchen wurde die Uebermangansäure mit einer Zehntel-Normal-Lösung von Eisenvitriol titrirt, von welcher 1 cc. 0,0011 Mangan entspricht; die Manganvitriollösung enthielt in 1000 cc. 0,542 Grm. Mangan; das zugesetzte Eisenoxyd war in Salpetersäure gelöst; bei jedem Versuch wurden 100 cc. Salpetersäure von 1,2 sp. G. gebraucht.

---

24) Chatard Zeitschrift für analyt. Chemie **11,** 308, Pichard ibid. **12,** 308. Leclerc Comptes rendus **75**, 1209.

25) Boussingault Annales chem. phys. [5] **5**. 190.

Digitized by Google

Angewendet						
Manganvitriollösung CC.	Wasser CC.	Mennige Gm.	Eisenoxyd	Gebrauchte Eisenvitriollösung CC.	Mangan Gefunden	Mangan Angewendet
50	500	3	3	24,8	0,0273	0,0271
50	500	3	3	24,4	0,0268	0,0271
50	500	3	3	23,7	0,0261	0,0271
100	300	6	6	47,4	0,0521	0,0543
100	300	6	10	46,1	0,0506	0,0543
200	300	6	10	95,5	0,1051	0,1086
50	350	3	3	23,3	0,0256	0,0271
50	350	5	3	23,5	0,0258	0,0271
50	500	3	—	24,6	0,0271	0,0271

Die Uebermangansäure lässt sich sehr scharf mit salpetersaurem Quecksilberoxydul titriren; ich habe mich von der Verlässigkeit dieses von Leclerc (a. a. O.) angegebenen Verfahrens schon vor Jahren gleich nach seinem Bekanntwerden durch eigene Versuche überzeugt und für öftere Anwendung der obigen Bestimmungsart des Mangans würde ich das Quecksilbersalz jedenfalls dem Eisenvitriol vorziehen.

Aber die Umwandlung des Mangans in Uebermangansäure ist doch eine höchst unsichere. Häufig bleibt auch bei sehr kleinen Mengen ein beträchtlicher Theil des Mangans als Hyperoxyd im Niederschlag und man hat kein Kriterium, welches den richtigen Verlauf der Oxydation zu erkennen gestattet. Um zu sehen ob diese gelungen, muss man den Rückstand reducirend lösen und von neuem oxydiren, und oft wird man in dem dann erhaltenen Rückstand noch ein drittes Mal Mangan vorfinden. Ich halte daher selbst für minimale Manganmengen das von mir angegebene Titrirverfahren mittelst Permanganat für entschieden empfehlenswerther, zumal dasselbe in der Ausführung kaum weniger einfach ist.

Schliesslich spreche ich den Herren Dr. Cl. Zimmermann und C. Lintner, welche mich bei dieser Arbeit mit Ausdauer und Geschick unterstützt haben, meinen besten Dank aus.

Digitized by Google

Sitzung vom 7. Juni 1879.

Herr v. Jolly legt vor:

„Ueber das Gesetz der Spannkräfte des gesättigten Wasserdampfes" von A. Winkelmann.

§. 1.

Man hat bisher vergeblich versucht, ein Gesetz, welches den Zusammenhang der Spannkräfte und der zugehörigen Temperatur des gesättigten Wasserdampfes angibt, zu entdecken und hat sich begnügen müssen, durch mehr oder weniger complicirte Formeln diesen Zusammenhang empirisch darzustellen. Seit meiner Arbeit [1]) über „Dampfspannungen homologer Reihen und das Kopp'sche Gesetz constanter Siedepunkts-Differenzen" habe auch ich mich nach dieser Richtung hin vielfach bemüht und glaube ich, eine einfache Beziehung gefunden zu haben; diesselbe lautet folgendermassen:

„Wählt man Drucke des gesättigten Wasserdampfes derartig, dass dieselben eine geometrische Reihe bilden, so bilden auch die den Drucken entsprechenden Temperaturen eine geometrische Reihe, wenn man zu jeder Temperatur Cels. die Zahl 100 addirt."

1) Wied. Ann. Bd. 1. S. 430. (1877.)

Dieses Gesetz lässt sich in anderer Form auch so aussprechen:

„Zählt man die Temperaturen Cels. des gesättigten Wasserdampfes von der Temperatur -100^0, so ist das Verhältniss zweier Temperaturen **nur** von dem **Verhältniss** der beiden entsprechenden Drucke und nicht von diesen Drucken selbst abhängig."

Um an einem Beispiel das Gesetz zu erläutern, sind in der folgenden Tabelle die Temperaturen nach den Beobachtungen Regnault's zusammengestellt, welche einem Drucke von 1, $^1/_2$, $^1/_4$ etc. Atmosphären entsprechen.

Tabelle I.

Druck in Atmosphären	Temperatur Cels
1	100^0
$^1/_2$	81,71
$^1/_4$	65,36
$^1/_8$	50.64
$^1/_{16}$	37,31
$^1/_{32}$	25,14
$^1/_{64}$	13,82
$^1/_{128}$	3,69
$^1/_{256}$	-5,60

Die Drucke in vorstehender Tabelle sind so gewählt, dass jeder folgende Druck die Hälfte des vorhergehenden beträgt; wenn daher das erwähnte Gesetz richtig ist, so müssen die Verhältnisse der aufeinander folgenden Temperaturen, jede Temperatur um 100 vermehrt, einander gleich sein. Diese Verhältnisse sind die folgenden:

$$\frac{100+100}{81,71+100} = 1,101; \quad \frac{81,71+100}{65,36+100} = 1,099;$$

$$\frac{65,36+100}{50,64+100} = 1,098; \quad \frac{50,64+100}{37,31+100} = 1,097;$$

Digitized by Google

$$\frac{37{,}31+100}{25{,}14+100}=1{,}097;\quad \frac{25{,}14+100}{13{,}82+100}=1{,}099;$$

$$\frac{13{,}82+100}{3{,}69+100}=1{,}098;\quad \frac{3{,}69+100}{-5{,}60+100}=1{,}097.$$

Wie man sieht, sind in der That die Verhältnisse so nahe gleich, dass das Gesetz durch dieselben bestätigt erscheint.

Man kann nach dem vorliegenden Gesetze auch leicht die Temperatur t_n für den Druck von n Atmosphären berechnen, wenn man von der Temperatur 100° für den Druck von 1 Atmosphäre ausgeht. Bezeichnet nemlich a das eben gefundene constante Verhältniss, welches gleich 1,0985 = a gesetzt werde, so ist

$$t_n = 200 \,.\, a^{\frac{\log n}{\log 2}} - 100 \qquad \text{(I)}$$

Dieser Formel kann man auch die folgende Gestalt geben:

$$t_n = 200 \,.\, b^{\log n} - 100 \qquad \text{(Ia)}$$

$$\text{wo } b = a^{\frac{1}{\log 2}} = 1{,}3652 \quad \text{ist.}$$

Berechnet man nach vorstehender Formel die Temperaturen zu den früher angegebenen Drucken, so erhält man die folgenden Werthe, denen die beobachteten Temperaturen zur Vergleichung beigefügt sind.

Digitized by Google

Tabelle II.

Drucke in Atmosphären	Temperatur Cels. berechnet nach Formel I	Temperatur Cels. beobachtet von Regnault	Differenz.
1	100,00	100,00	
1/2	82,06	81,71	— 0,35
1/4	65,74	65,36	— 0,38
1/8	50,88	50,64	— 0,24
1/16	37,35	37,31	— 0,04
1/32	25,04	25,14	+ 0,10
1/64	13,82	13,82	+ 0,00
1/128	3,62	3,69	+ 0,07
1/256	— 5,66	— 5,60	— 0,06

§ 2.

Nachdem im vorigen § gezeigt ist, dass das Gesetz bei den Drucken unterhalb einer Atmosphäre mit sehr grosser Annäherung besteht, ist auch bei höhern Drucken das Gesetz zu prüfen. Man erhält nach den Beobachtungen Regnault's folgende Temperaturen bei den entsprechenden Drucken.

Druck in Atmosphären	Temperatur Cels.
1	10,°00
2	120, 60
4	144; 00
8	170, 81

Bildet man wie früher die aufeinander folgenden Verhältnisse, so erhält man:

$$\frac{120,6+100}{100+100} = 1,103; \quad \frac{144,00+100}{120,6+100} = 1,106;$$

$$\frac{170,81+100}{144,00+105} = 1,107;$$

Die Verhältnisszahlen, welche nach dem Gesetze einander gleich sein sollen, zeigen deutlich die annähernde Gültigkeit des

Gesetzes, der Zuwachs beträgt nur 0,4 Procent. Nimmt man aus den Angaben des vorigen § die kleinste Verhältnisszahl nemlich 1,097 und vergleicht sie mit der jetzt erhaltenen grössten 1,107, so sieht man, dass die Differenz weniger als 1 Procent des Werthes ausmacht. Die Druckgrenzen, innerhalb derer dieser Unterschied auftritt, sind $^1/_{256}$ Atmosphäre und 8 Atmosphären oder ungefähr 3^{mm} und 6080^{mm} Quecksilber.

Das vorliegende Gesetz in Betreff des Wasserdampfes verhält sich ähnlich wie das Boyle'sche Gesetz in Hinsicht der leicht comprimirbaren Gase. Wie dieses um so genauer mit der Wirklichkeit stimmt, je kleiner die Drucke sind für welche es angewandt wird, ebenso stellt das vorgeführte Gesetz in niedrigen Drucken sehr nahe die beobachteten Werthe dar und zeigt um so grössere Abweichungen, je höher die Drucke werden.

Würde man beim Wasserdampf von einer andern Temperatur als -100^0 ausgehen, so würden die Verhältnisszahlen sich ändern, eine nennenswerthe grössere Uebereinstimmung derselben liesse sich aber nicht erzielen. Ich habe aber auch Werth darauf gelegt, diese Ausgangstemperatur so zu bestimmen, dass die Verhältnisszahlen in den niedrigen Drucken unterhalb einer Atmosphäre möglichst übereinstimmen, weil ich glaube, dass das Gesetz gerade bei diesen kleinen Drucken seinen vollkommensten Ausdruck finden muss. Setzt man in der Formel (Ia) $n = o$, um die Temperatur bei dem Drucke o zu bestimmen, so wird $b^{\log n} = o$ und daher die Temperatur $t_o = -100$. Dieses Resultat sagt aus, dass der Wasserdampf bei (-100^0) den Druck o besitzt, also bei (-100^0) das Wasser mit der Verdampfung beginnt.

§. 3.

Da eine Formel mit nur einer Constanten, wie in § 1 gezeigt ist, das einfache Gesetz darstellt, so liess sich ver-

muthen, dass auch die Abweichung des Wasserdampfes von diesem Gesetze, welche besonders in höheren Drucken auftritt, wogegen sie in niedrigen Drucken nicht beachtenswerth ist, sich leicht zum Ausdrucke bringen liess. Will man an der Formel (I) eine Correction anbringen, welche die erwähnten Abweichungen compensiren soll, so ist dieselbe so zu wählen, dass sie bei niedrigen Drucken nahezu verschwindet.

Bezeichnet man mit t_n die Temperatur des gesättigten Wasserdampfes bei einem Drucke von n Atmosphären, so wurde der Formel folgende Gestalt gegeben:

$$t_n = 200 \left\{ a \, . \, (n+1)^{c} \right\}^{\frac{\log n}{\log 2}} - 100 \qquad \text{(II)}$$

In dieser Formel

ist $c = 0{,}0033$

Die Formel nimmt dann entsprechend der Gleichung (Ia) die folgende Form an:

$$t_n = 200 \left\{ b\,(n+1)^{d} \right\}^{\log n} - 100 \qquad \text{(II a)}$$

$$\text{wo } b = a^{\frac{1}{\log 2}} = 1{,}3652$$

$$\text{und } d = \frac{c}{\log 2} = 0{,}010965$$

Diese Formel wurde benutzt, um alle Werthe der folgenden Tabelle zu berechnen; da $(n+1)^d$ für kleine Werthe von n nahezu gleich 1 ist, in diesem Falle also der Factor $(n+1)^d$ kaum einen Einfluss auf das Resultat ausübt, so genügt die Formel ebenso für kleine, als für die grössten von Regnault beobachteten Drucke.

Digitized by Google

Tabelle III.

Druck in Atmosphären	Temperatur Cels. nach Regnault[1])	nach der Formell II a	Differenz
22,89	220,00	220,19	— 0,19
15,38	200,00	200,11	— 0,11
12,42	190,00	190,05	— 0,05
10	180,31	180,33	— 0,02
9	175,77	175,74	+ 0,03
8	170,81	170,76	+ 0,05
7	165,34	165,40	— 0,06
6	159,22	159,09	+ 0,13
5	152,22	152,05	+ 0,17
4	144,00	143,81	+ 0,11
3	133,91	133,70	+ 0,21
2	120,60	120,44	+ 0,17
1	100,00	100,00	+ 0,00
1/2	81,71	81,86	— 0,15
1/4	65,36	65,57	— 0,21
1/8	50,64	50,77	— 0,13
1/16	37,31	37,06	+ 0,25
1/32	25,14	25,12	+ 0,02
1/64	13,82	13,76	+ 0,06
1/128	3,69	3,76	— 0,07
1/256	—5,60	—5,50	+ 0,10

Eine Uebersicht der in der 4. Reihe gegebenen Differenzen zeigt, mit welcher Genauigkeit die Beobachtungen Regnault's durch die Formel II oder IIa dargestellt werden.

Nachdem in der Formel II — durch die als Faktor von der Constanten a in der Formel I angebrachte Correction

1) Die Temperaturen für die Drucke von 10 bis 1 Atmosphäre sind aus Zeuner's Tabelle (Mechanische Wärmetheorie 1866. S. 254) entnommen.

Digitized by Google

$(n + 1)^c$ — ein Ausdruck gefunden ist, welcher die Beobachtungen sehr gut wiedergibt, fragt es sich, ob die Abweichungen des Wasserdampfes von dem einfachen Gesetze sich nicht auch durch eine Eigenschaft des Dampfes selbst erklären lassen. Ich vermuthe, dass die Dichtigkeit des gesättigten Wasserdampfes jene Eigenschaft ist und bin damit beschäftigt, die Werthe, welche die mechanische Wärmetheorie für die Dichtigkeit des gesättigten Wasserdampfes liefert, in dieser Hinsicht zu verwerthen.

§ 4.

Das vorliegende Gesetz über den Zusammenhang der Spannkräfte und der zugehörigen Temperaturen des gesättigten Wasserdampfes *bezieht sich nicht allein auf den Wasserdampf, sondern auch auf die Dämpfe anderer Flüssigkeiten*, wenn ein von Dühring gefundenes Gesetz über die Siedetemperaturen *verschiedener* Flüssigkeiten bei *demselben* Drucke richtig ist. Das Dühring'sche Gesetz lässt sich so aussprechen: Siedet das Wasser unter einem Drucke von n Atmosphären, bei der Temperatur t_n und siedet eine andere Flüssigkeit (z. B. Alkohol) unter demselben Drucke bei der Temperatur T_n, so ist

$$T_n = r + q \cdot t_n \qquad \text{(III)}$$

wo r und q zwei constante Grössen sind, die von dem Drucke n unabhängig sind und nur von der Natur der zweiten Flüssigkeit abhängen [1]).

Für Alkohol ist nach Dühring $r = -12{,}14$
$q = 0{,}904$

Nun ist nach der Formel (Ia)

$$t_n = 200 \cdot b^{\log n} - 100$$

1) Neue Grundgesetze zur rationellen Physik und Chemie von Dr. E. Dühring (1878) S. 77.

Digitized by Google

Daher nach Formel III

$$T_n = q \cdot 200 \cdot b^{\log n} - q \cdot 100 + r.$$

Setzt man $q \cdot 200 = A$

$$- q \cdot 100 + r = - B$$

so hat man

$$T_n = A \cdot b^{\log n} - B. \qquad \text{(IV)}$$

Man findet für Alkohol aus den Werthen für q und r

$$A = 180{,}8$$
$$B = 102{,}54$$

Die Formel (IV) sagt aus, dass für die gesättigten Dämpfe der zweiten Flüssigkeit (z. B. Alkohol) dasselbe Gesetz besteht wie für die Wasserdämpfe, nur sind die Temperaturen nicht von (-100^0) sondern von ($-$ B), (beim Alkohol von $-$ 102,54), an zu zählen.

Der Alkohol würde nach dem Werthe von $-$ 102,54, bei dieser Temperatur den Druck o besitzen, also mit der Verdampfung beginnen. Dühring hat für Wasser die Temperatur, bei welcher die Verdampfung beginnt, vermöge seines Gesetzes durch Vergleichung der Spannkräfte von Schwefel, Wasser und Glycerin innerhalb der Grenzen (-89^0) und (-120^0) bestimmt und dieselbe dann aus Gründen, deren Entwicklung uns hier zu weit führen würde, gleich (-100^0) gesetzt. Wie ich schon erwähnt habe, kann man den Ausgangspunkt (-100^0) beim Wasser um Weniges ändern, so dass der Beginn der Verdampfung sich nur bis auf einige Grade genau angeben lässt.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, das Verhältniss der beiden Gesetze, des Dühring'schen und des von mir aufgestellten Gesetzes nochmals darzulegen. Das Gesetz von Dühring bezieht sich auf den Zusammenhang der Siede-

Digitized by Google

temperaturen verschiedener Flüssigkeiten bei demselben Drucke, oder lehrt die Abhängigkeit der Spannkraftskurven verschiedener Flüssigkeiten untereinander kennen. Das von mir aufgestellte Gesetz hingegen zeigt den innern Zusammenhang, welchen eine Spannkraftscurve in ihren einzelnen Theilen besitzt, ein Zusammenhang, welcher sich aus dem Dühring'schen Gesetze nicht ableiten lässt. Nachdem aber dieser Zusammenhang durch das von mir aufgestellte Gesetz für einen Dampf, den Wasserdampf gefunden ist, folgt aus der Annahme des Dühring'schen Gesetzes, dass dieser Zusammenhang sich nicht allein auf die Dämpfe des Wassers beschränkt, sondern auch für die Dämpfe anderer Flüssigkeiten gilt.

Ebenso wie das von mir aufgestellte Gesetz Abweichungen in höhern Drucken zeigt, so zeigt auch, wie ich mich überzeugt habe, das Dühring'sche Gesetz solche Abweichungen. Wenn man daher eine Genauigkeit haben will, welche jener gleichkommt, die in der Tabelle III für Wasserdämpfe vorhanden ist, so muss man für jede Flüssigkeit in ähnlicher Art eine Correction berechnen, wie ich diese für den Wasserdampf ausgeführt habe. Ich will hierauf, ebenso wie auf die Consequenzen, welche das Gesetz zeigt in einer folgenden Arbeit eingehen.

Digitized by

Herr von Pettenkofer legt vor:

„Experimentelle Untersuchungen über Infection mit städtischem und industriellem Abwasser“ von Dr. Rudolf Emmerich.

Einem 1000 Gramm schweren, erwachsenen Kaninchen kann man 70 ccm reines Wasser subcutan injiciren, ohne die Gesundheit des Thieres in merkbarer Weise zu alteriren. Jedes Wasser, welches erwachsene Kaninchen nach subcutaner Injection von 30—70 ccm nicht tödtet, oder nicht einmal eine Phlegmone hervorruft, enthält keine infectiösen Stoffe und kann auch vom Menschen ohne Gefahr getrunken werden.

I. Harn.

Prof. Simon (Heidelberg) injicirte Hunden $^{3}/_{4}$ Pfund frischen Menschenharn und beobachtete „keinerlei Veränderung im Wohlbefinden des Thieres“. Ein grosser Hund vertrug sogar $4^{1}/_{2}$ Pfund sauren Urins subcutan. Auch Menschen injicirte Simon bis zu 4 Drachmen frischen Harn unter die Haut, ohne irgend welchen Nachtheil zu beobachten. „Der saure Urin, sagt Simon, ist daher ebenso unschädlich wie Wasser“. Dieses Resultat wurde durch experimentelle Untersuchungen von Menzel bestätigt.

Digitized by Google

Ich selbst injicirte einem 1020 g schweren Kaninchen 30 ccm frischen Urins; dasselbe blieb gesund.

Ganz anders verhält sich der faule, alkalisch reagirende Harn, indem derselbe schon nach Injection von 1 Drachme ausgedehnte jauchige Phlegmone und den Tod zur Folge hat. (Simon und Menzel.) Menzel glaubte, es handle sich dabei um Ammoniakvergiftung Der folgende Versuch, den ich anstellte, beweist jedoch, dass die Thiere septicämisch zu Grunde gehen.

Einem 1310 g schweren Kaninchen wurden 20 ccm Harn subcutan injicirt. Derselbe war 12 Tage alt. Der Ammoniakgehalt (nach der Methode von Mohr bestimmt) war 0,111 %. Das Thier erhielt somit höchstens 22 mg Ammoniak. Um ein Kaninchen zu tödten ist aber 1 g Ammoniak nothwendig. Das Thier bekam eine Temperaturerhöhung um 1,2° C und starb nach 43 Stunden unter Convulsionen. Sectionsresultat: Septicämie.

Ich trank wiederholt 400 ccm frischen Harn ohne irgend welchen Nachtheil zu verspüren. Nach den vorliegenden Versuchen ist frischer Harn, wie Simon mit Recht sagt, unschädlich wie Wasser.

Man hat daher keinen Grund die Einleitung desselben in grössere Flüsse zu verbieten. Da sich der Harn wenige Tage nach der Entleerung aus dem Organismus in eine intensiv wirkende Giftlösung umwandelt, so sollte vielmehr die Zurückhaltung desselben in der Nähe menschlicher Wohnungen, oder das Versickernlassen in den Untergrund der Städte als schädlich erkannt werden.

II. Menschlicher Darmkoth.

Menschlicher Darmkoth hat schon gleich nach der Entleerung, bei subcutaner Injection tödtliche Wirkungen.

Versuch: Einem 1350 g schweren Kaninchen wurden 12 ccm Kothwasser subcutan injicirt. 65 g Koth von Honig-

Digitized by

consistenz wurden mit 65 g Wasser geschüttelt und filtrirt. Das zum Versuch verwendete Filtrat war schwarzbraun und hatte starken Kothgeruch. Das Kaninchen bekam eine Temperatursteigerung um 2,4°C und starb nach 33 Stunden unter septicämischen Erscheinungen.

Koth in 2000facher Verdünnung wirkte nach Injection von 50 ccm unter die Haut ebenfalls noch tödtlich.

Das zum Versuch verwendete Kaninchen war 1520 g schwer. Das Kothwasser war gelb gefärbt, durch suspendirte Theilchen getrübt und enthielt:

Milligramm im Liter:

Rückstand	Chlor	Ammoniak
69,0	3,9	1,0

Die Köpertemperatur des Versuchsthieres stieg um 1,5°C. Dasselbe starb nach 23½ Stunden unter heftigen Convulsionen.

In 10,000facher Verdünnung war Koth durch das Thierexperiment gerade noch nachweisbar. Ein 1170 g schweres Kaninchen starb nämlich nach Injection von 50 ccm, nachdem sich eine Temperatursteigerung um 1,9°C eingestellt und ein Abscess an den Bauchdecken gebildet hatte, nach 4 Tagen. 0,1 g Koth, welche mit 1 Liter Wasser verdünnt, abgedampft und dann mit 30 ccm destillirten Wassers behandelt worden waren, wirkten intensiver. Das Kaninchen starb nach 26 Stunden. Wasser, welches aus der Abtritttonne des Reisingerianum's Abends 5 Uhr abfloss enthielt:

Milligramm im Liter:

Rückstand	Chlor	Salpetersäure	Ammoniak
276,0	7,0	8,4	3,5

Dieses Wasser hatte dieselbe Beschaffenheit wie Koth, welcher mit Thalkirchner Wasser um das 10,000fache verdünnt wurde. 40 ccm Abtritttonnenwasser, welche einem 1070 g schweren Kaninchen subcutan injicirt worden waren, hatten daher auch denselben Effect, wie das oben erwähnte

Kothwasser, welches den Koth in genannter Verdünnung enthielt. Das Thier starb nach 3 Tagen; nachdem ein Abscess am Bauche entstanden war, über welchem sich die Haut in Markstückgrösse brandig abstiess. Das aus einer Abtritttonne mit reichlicher Spülung abfliessende Wasser enthält also den Koth bereits so diluirt, dass derselbe fast nicht mehr experimentell nachzuweisen ist.

In 20,000facher Verdünnung ist Koth, auch nach subcutaner Injection von 60 ccm der Mischung bei erwachsenen Kaninchen wirkungslos. Wasser, welches Excremente in dieser oder in noch grösserer Verdünnung enthält, kann als Trinkwasser benützt werden.

Man kann daher zum Mindesten in Flüssen, durch welche (bei rascher Strömung) eine 100,000fache Verdünnung der menschlichen Excremente hervorgebracht wird, die Abschwemmung derselben ohne alle Bedenken gestatten.

III. Mischung von Koth und Harn etc. aus Abtrittgruben.

Wird Harn und Koth mit anderen Abfällen des menschlichen Haushaltes längere Zeit in sogenannten Odelgruben aufbewahrt, dann entsteht daraus, unter Entwickelung sehr übelriechender Fäulnissgase eine schon in sehr geringer Dosis toxisch wirkende Flüssigkeit. Die Flüssigkeit aus einer Abtrittgrube in der Kreuzgasse enthielt:

Gramme pro Liter:

Rückstand	Glühverlust	Chlor
19,450	11,560	2,343

Von dieser stinkenden Flüssigkeit wurden einem erwachsenen Kaninchen von 1750 g Körpergewicht nur 8 ccm subrutan injicirt. Das Thier verendete schon nach 16 Stunden unter Convulsionen. Section: Gehirn und Gehirnhäute blutreich. Die Dünndarmschleimhaut sehr hyperämisch,

in ihrer ganzen Ausdehnung mit Ecchymosen übersäet. Die Peyer'schen Plaques markig geschwellt.

Ein anderes kleineres Kaninchen, welchem von dem auf der Oberfläche der Abtrittjauche befindlichen Pilzbeleg eine Lancettespitze voll eingeimpft wurde, starb nach 10 Tagen. Die Dünndarmschleimhaut war hyperämisch und an drei Stellen ulcerirt.

Die Abtrittflüssigkeit hat also den gleichen Grad von Giftigkeit wie eine Strychninlösung, welche in 100 g 7,5 mg Strychnin enthält.

IV. Strassenwasser.

Unter Strassenwasser verstehen wir das, nach Regen und Thauwetter in Folge ungenügender Reinhaltung, schlechter Construction und Pflasterung der Strassen, auf deren Oberfläche stagnirende oder langsam in die Strassenrinnen abfliessende Meteorwasser. Die Betrachtung desselben schliesst sich insofern den vorausgegangenen beiden Kapiteln am besten an, weil dieses Wasser thatsächlich nichts anderes repräsentirt als verdünnte thierische Fäcalflüssigkeit.

Dasselbe enthält:

	Gramme pro Liter:			
	Rückstand	Chlor	Organ. Stoffe	Ammoniak
5. Febr. 1879	1,584	0,403	1,975	0,010
7. März 1879	7,704	2,870	1,801	0,020

Betrachtet man das Resultat dieser beiden Analysen von Strassenwasser, so erkennt man leicht den grossen Gehalt desselben an löslichen Bestandtheilen aus Excrementen, besonders aus Harn, so dass der für den Schmutz der Strassen gebräuchliche Name „Koth" gerechtfertigt erscheint. Es wird uns klar, welch' appetitliche Stoffe wir bei einer Promenade in der Stadt mit dem Strassenstaub einathmen und verschlucken und was wir mit unseren staubigen Kleidern und Schuhen in die Wohnungen tragen.

Digitized by Google

Das Strassenwasser vom 5. Februar und 7. März wurde zum Infections-Experiment verwendet. Von dem ersteren erhielt ein 1120 g schweres Kaninchen 36 ccm subcutan. Es stellte sich eine Erhöhung der Körpertemperatur um 1,4°C (im Maximum) ein. Das Kaninchen bekam eine Phlegmone der Bauchdecken und die Bauchhaut gangränescirte in Thalergrösse. Während dieses circa 8 Tage dauernden Vorganges bewegte sich die Körpertemperatur zwischen 39,0 und 40,4°C. Das Thier blieb jedoch am Leben.

Von dem am 7. März gesammelten Strassenwasser erhielt ein 1220 g schweres Kaninchen 36 ccm subcutan. Die Körpertemperatur stieg um 1,4°C. Das Thier bekam starken Meteorismus, der bis zum Tode anhielt. Der Tod trat nach 17 ½ Stunden unter Convulsionen ein. Der Sectionsbefund war der für Septicämie charakteristische. Eine Phlegmone der Bauchdecken war jedoch nicht vorhanden, die injicirte Flüssigkeit war vollständig resorbirt.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass das Strassenwasser wenigstens zeitweise faulende, infectiöse organische Stoffe enthält und somit häufig in hohem Grade zur Verschlechterung des Canalwassers beiträgt.

V. Zimmerboden-Putzwasser.

Die Harn- und Kothbestandtheile, die wir im Strassenwasser nur zu deutlich erkennen, finden wir in dem Wasser, mit welchem ein Zimmerboden aufgewaschen wurde, wieder.

In frischem Zustande ist ein solches Wasser ungefährlich. Dasselbe enthielt:

Milligramm im Liter:

Rückstand	Chlor	Salpetersäure	Ammoniak
964,0	65,6	10,8	0,2

10 ccm dieses Wassers reducirten 21,6 ccm Chamäleonlösung, welche 0,34 g Kaliumpermanganat in 1 Liter enthielt.

Das reine zum Aufwaschen verwendete Wasser enthielt:

Milligramm pro Liter:

Rückstand	Chlor	Salpetersäure	Ammoniak
255,0	0,7	Spur	0,000

Von obigem Zimmerboden-Putzwasser wurden einem 1410 g schweren Kaninchen 40 ccm und einem 1295 g schweren Thiere 64 ccm subcutan injicirt. Das Wasser war in beiden Fällen rasch resorbirt, ohne eine Phlegmone an den Bauchdecken zu hinterlassen. Die Körpertemperatur stieg im ersten Falle um 0,8°C, im zweiten um 1,0°C. Beide Thiere blieben am Leben.

Nach 10tägigem Stehen an der Luft bei 10 bis 12°C wurde dasselbe Wasser in der Quantität von 35 ccm einem 995 g schweren Kaninchen subcutan injicirt. Das Wasser enthielt nun zahlreiche Stäbchen- und Schraubenbakterien und der Ammoniakgehalt war auf 10 mg pro Liter gestiegen. Das Kaninchen entleerte wurstförmigen Koth und starb nach 18 Stunden. Das Gehirnblut und die Milz wurden unter den nöthigen Vorsichtsmassregeln mikroscopisch untersucht und zahlreiche Mikrococcen gefunden. Die Section ergab den öfter erwähnten Befund.

Aehnliche Resultate wurden mit frischem und faulendem Gemüsewasser und mit Küchenspülwasser erzielt. Alle diese Flüssigkeiten, werden in frischem Zustande in Mengen von 50 bis 60 ccm subcutan injicirt von den Thieren gut vertragen, während nach 8 bis 14 tägigem Stehen die Hälfte der eben erwähnten Menge genügt, um die Thiere zu tödten. Viele Gewerbe-Abwasser wie z. B. das Weichwasser aus Gerbereien, die Flüssigkeit aus Aescher- und Kalkgruben wirken schon nach Injection relativ geringer Quantitäten tödtlich.

Herr Vogel überreicht der Classe die 5. Auflage seiner gemeinschaftlich mit Dr. Wein herausgegebenen

„Anleitung zur quantitativen Analyse landwirthschaftlich wichtiger Stoffe in praktischen Beispielen Berlin 1879."

In der Classensitzung vom 1. März 1873 habe ich die Ehre gehabt, der Classe die 4. Auflage meiner „Praktischen Uebungsbeispiele" vorzulegen. Bei der nun erfolgten Herausgabe der 5. Auflage möchte ich die vor Jahren gewährte Erlaubniss abermals in Anspruch nehmen. Das kleine Buch hat unter neuem Titel und Verlag vollkommen veränderte Form erhalten. Zunächst ist von der Anleitung zur Werthbestimmung rein technischer Produkte, welche in den früheren Ausgaben ausführlich behandelt war, Umgang genommen, dagegen mehr entsprechend dem neueren Zwecke, land- und forstwirthschaftlicher Unterricht, der Untersuchung landwirthschaftlich wichtiger Stoffe eingehend Rücksicht zugewendet worden. Als neubearbeitet ist zu erwähnen der Boden und seine Verbesserungsmittel, künstliche Düngmittel, Futtermittel, sämmtliche Molkerei-Produkte. Es war mein Wunsch, für die neue Auflage einen bewährten agrikulturchemischen Mitbearbeiter zu gewinnen. Herr Dr. Ernst Wein — seit einer Reihe von Jahren selbständiger Leiter der Münchener landwirthschaftlichen Versuchsstation — ist meinem Wunsche entgegengekommen. Ein besonders erfreuliches Zeichen der Anerkennung glaube ich darin finden zu dürfen, dass mein verehrter Freund und Collega Professor Dr. Ebermayer in Uebereinstimmung mit mir diese Anleitung bei dem quantitativen Theile unserer praktischen Uebungen zu Grunde gelegt hat.

Sitzung vom 7. Juni 1879 (Nachtrag).

Herr Professor v. Nägeli legt eine Abhandlung vor:

„Ueber die Bewegungen kleinster Körperchen."

In der Sitzung der math.-phys. Classe vom 3. Mai wurde von Herrn Geh.-Rath von Pettenkofer eine Mittheilung über Experimente gemacht, welche Herr Dr. Soyka im hygienischen Institut ausgeführt hatte, und durch welche bewiesen werden sollte, dass eine Luftströmung von der minimalen Geschwindigkeit von kaum mehr als 2 cm. in der Secunde Fäulnisspilze von einer faulen Flüssigkeit wegführe, — und daraus die Unrichtigkeit meiner Angaben über den nämlichen Gegenstand in der Schrift über die niederen Pilze gefolgert.

Ich habe in jener Schrift bekannte physikalische Thatsachen für eine Theorie bezüglich des Wegführens von Spaltpilzen, die auf einer mehr oder weniger feuchten Unterlage befindlich sind, in die Luft und bezüglich ihres weiteren Transportes benutzt. Die wenigen Versuche, die ich angestellt hatte, bestätigten vollkommen die theoretischen Forderungen, so dass ich es für überflüssig hielt, dieser Sache auf experimentellem Wege weiter nachzugehen. Der Widerspruch, der jetzt im Schosse der Akademie mit dem Anspruch exacter experimenteller Begründung erhoben wird, veranlasst mich, diese Frage in Betracht ihrer wissenschaftlichen und mehr noch ihrer hohen praktischen Wichtigkeit noch einmal aufzunehmen und die Ergebnisse gleichfalls der Akademie vorzulegen.

In der Schrift über die „Niedern Pilze" habe ich die Theorie nur ganz kurz behandelt. Die mehr populäre Haltung des Werkes erlaubte keine tiefere wissenschaftliche Erörterung. Indem ich jetzt in diese Erörterung eintrete, will ich dieselbe nicht blos auf die Befriedigung eines bestimmten praktischen Zweckes beschränken, sondern ganz allgemein die Bewegungen kleinster Körperchen, die wir als Staub bezeichnen, zum Gegenstand meiner Betrachtungen machen und zwar in drei Beziehungen: Bewegungen in der Luft, Bewegungen im Wasser und Wegführen von einer nassen oder trockenen Unterlage in die Luft. Ich werde dabei allerdings meine besondere Aufmerksamkeit denjenigen Fragen zuwenden, deren Beantwortung für die Verbreitung der niederen Pilze (somit auch der Miasmen und Contagien) wichtig und entscheidend ist.

Zur Charakterisirung des zu besprechenden Objects bemerke ich im Voraus, dass ich, wie es bereits in den „Niederen Pilzen" geschehen ist, von den in der Luft befindlichen Staubkörperchen nach ihrer Grösse drei Gruppen unterscheide:

1. S i c h t b a r e (g r ö b e r e) S t ä u b c h e n, die man von blossem Auge einzeln bei jeder Beleuchtung sieht. Sie werden durch Winde von der Strasse oder durch den Kehrbesen vom Zimmerboden aufgewirbelt und fallen im Allgemeinen bei einigermassen ruhiger Luft sehr bald nieder.

2. S o n n e n s t ä u b c h e n, die man nur, wenn sie von einem Sonnenstrahl beleuchtet sind und sich auf einem matteren Hintergrunde abheben, deutlich sieht. Auch in der scheinbar ruhigen Luft eines geschlossenen Zimmers sinken die meisten nicht zu Boden.

3. U n s i c h t b a r e S t ä u b c h e n, die man auch in dem durch eine Ritze in ein dunkles Zimmer einfallenden Sonnenstrahl nicht sieht. Sie werden in ihrer Mehrzahl selbst von den schwächsten Luftströmungen und in der

Digitized by Google

ruhigsten uns in grösseren Räumen bekannten Luft schwebend erhalten. Hieher gehören z. B. alle Spaltpilze, ebenso die den Rauch zusammensetzenden Körperchen, ferner die Bläschen des ziemlich trockenen Nebels.

Von den in einer Flüssigkeit befindlichen Staubkörperchen können wir gleichfalls drei Gruppen unterscheiden, die jedoch mit den ebengenannten nicht zusammenfallen:

1. Nicht tanzende Körperchen. Sie bleiben wegen ihres grösseren Gewichtes in Ruhe, wenigstens für das mit dem Mikroskop bewaffnete Auge.

2. Tanzkörperchen. Sie zeigen unter dem Mikroskop die durch Molekularkräfte verursachte Tanzbewegung (Brown'sche „Molecularbewegung"), fallen aber durch ihr Gewicht doch bald auf den Grund.

3. Schwebekörperchen. Sie sind so klein und leicht, dass sie in einer ganz ruhigen Flüssigkeit durch die Molekularkräfte festgehalten werden und nicht zu Boden sinken. Man kennt bis jetzt nur sehr wenige Substanzen in dieser feinen und für das Mikroskop kaum noch wahrnehmbaren Vertheilung.

I. Bewegungen in der Luft.

Rücksichtlich dieser Bewegungen wissen wir, dass die Luft unserer Zimmer mit Staub erfüllt ist, welcher darin herumfliegt. Wir sehen diese Staubtheilchen gewöhnlich nicht; manche derselben werden uns aber in dem Sonnenstrahl, der in ein verdunkeltes Zimmer fällt, als „tanzende Sonnenstäubchen" sichtbar. Wir wissen, dass ein starker Wind den Staub in den Strassen aufwirbelt, dass der Aschenregen von Vulkanen sich über ganze Länder verbreitet, und dass der Passatstaub aus fernen Welttheilen durch Luftströmungen hergeführt wird.

Digitized by Google

Es gibt, ausser der allgemeinen Anziehung der Erde, die das Fallen bewirkt, und ausser der nur ausnahmsweise zur Geltung kommenden elektrischen Anziehung und Abstossung, blos zwei Ursachen, von welchen allenfalls die Bewegungen der Staubkörperchen in der Luft abgeleitet werden können, nämlich die Stösse der einzelnen Luftmolecüle und die Massenbewegungen (Strömungen) der Luft.

Seitdem die Vorstellung, dass die Molecüle der Gase mit grosser Geschwindigkeit durch einander fliegen, in der Physik Eingang und wegen ihrer unwiderleglichen Begründung allgemeine Zustimmung gefunden hat, liess sich auch die Vermuthung aufstellen, dass die „tanzende Bewegung" der Sonnenstäubchen durch den häufigen und in verschiedenen Richtungen wirkenden Anstoss der Gasmolecüle verursacht werde.[1]) Und man könnte selbst noch weiter gehen und vermuthen, dass die allerkleinsten Stäubchen, in dieser Weise wie elastische Bälle herumgeworfen, sich wie die Luftmolecüle selber verhielten und dauernd suspendirt erhalten blieben.

Man könnte zur Begründung des Letzteren anführen, dass die Gase von ungleichem Moleculargewicht sich gleichmässig in einem gegebenen Raume verbreiten und dass in der Atmosphäre bis auf jede zugängliche Höhe die Stickstoff- und Sauerstoffmolecüle in gleichem Verhältnisse gemengt sind, obgleich sie ungleiches Gewicht haben und von der Erde ungleich stark angezogen werden.

Allein die Beziehungen, welche zwischen den verschiedenartigen Gasmolecülen bestehen, können aus zwei Gründen nicht auf die Staubkörperchen ausgedehnt werden, auch wenn diese vollkommen elastisch wären.

Einmal hat das spezifische Gewicht bei den Gasmolecülen, wo es übrigens gar nicht bekannt ist, keine Be-

1) Naumann allgem. u. physikal. Chemie S. 11

Digitized by Google

deutung, wohl aber bei den Staubkörperchen. In der Luft verdrängen die Stickstoffmolecüle und die Sauerstoffmolecüle nicht einander, sondern den Aether, dessen Raum sie einnehmen, und da dieser so gut wie gewichtslos ist, so hat kein Molecül ein grösseres Bestreben zu fallen als die übrigen. Die Verbreitung der Gasmolecüle im Luftraume erfolgt also nur nach den mechanischen Bewegungsgesetzen, wobei die Molecüle von verschiedenem Gewicht eine ungleiche Geschwindigkeit annehmen, aber durchschnittlich die gleiche kinetische Energie besitzen. — Grössere Körperchen dagegen haben immer das Bestreben zu sinken, weil sie ein bestimmtes Luftvolum (eine grosse Zahl von Molecülen) verdrängen und von der Erde stärker angezogen werden als gleich grosse Luftmassen.

Der zweite Grund, warum die Bewegungen der Gasmolecüle nicht zu einem Schluss auf die Bewegungen der Staubkörperchen benutzt werden dürfen, ist der, weil die letzteren wegen ihres ungleich grösseren Gewichts einer ganz anderen Ordnung von Körpern angehören. Wegen dieses grösseren Gewichtes sind sie in der That mitten unter den hin und herfliegenden Luftmolecülen so gut wie in vollkommener Ruhe, und es kann auch von einem Tanzen oder Zittern der Sonnenstäubchen in Folge der Molecularstösse nicht wohl die Rede sein.

Diess lässt sich leicht durch eine Berechnudg der Zahl und der Energie der Molecularstösse darthun, welche ein Körperchen von bestimmter Grösse unter bestimmten Verhältnissen in der Luft erfährt. Eine solche Berechnung hat einen sichern Boden, seitdem man, Dank der mechanischen Gastheorie, eine ziemlich genaue Vorstellung von dem Gewicht und der Geschwindigkeit der Gasmolecüle hat. Wenn auch die absoluten Werthe, die man nach dieser Theorie auf verschiedenen Wegen erhält, nicht vollkommen übereinstimmen, so weichen sie doch nur wenig von

einander ab, und was auch diejenigen, welche Angaben über moleculare Dinge nur mit Zweifeln aufzunehmen geneigt sind, beruhigen kann, ist der Umstand, dass andere physikalische Betrachtungen verschiedene Physiker auf eine absolute Grösse der Molecüle in festen und flüssigen Körpern geführt haben, welche der aus dem berechneten Gewicht der Gasmolecüle sich ergebenden Grösse ziemlich nahe kommt, — so dass es für die Vergleichung der Molecüle mit Körpern von wahrnehmbarer Grösse ganz gleichgültig ist, ob man der einen oder andern Angabe folge.

Nehmen wir an, dass in 1 cbcm. Gas bei 0° und bei einem Druck von 760 mm Quecksilber 21 Trillionen Molecüle enthalten seien, so hat das Sauerstoffmolecül ein Gewicht von 7- und das Stickstoffmolecül ein solches von 6 hunderttausendtrillionstel Gramm. Das erstere bewegt sich mit der durchschnittlichen Geschwindigkeit von 461 m., das letztere mit der Geschwindigkeit von 492 m. in der Secunde, so dass die kinetische Energie $\left(\frac{1}{2} m v^2\right)$ für das eine und andere im Mittel gleich gross ist.

Die Gasmolecüle verhalten sich bei ihren gegenseitigen Stössen wie vollkommen elastische Körper. Wenn sie an ein Staubkörperchen anprallen, so kann dieses entweder gleichfalls eine vollkommene Elastizität bewähren, oder aber nicht. Für den ersteren Fall lässt sich die Geschwindigkeit berechnen, welche das in Ruhe gedachte Körperchen durch den einzelnen Stoss erlangt, oder was das Nämliche ist, die Veränderung der ihm bereits eigenthümlichen Geschwindigkeit. Diese durch den Stoss erlangte Beschleunigung ist $\frac{2 . a . v}{a + b}$, wenn a das Gewicht des anstossenden Luftmolecüls, v seine Geschwindigkeit und b das Gewicht des Körperchens ist.

Digitized by Google

Betrachten wir zuerst die leichtesten Stäubchen, von deren Existenz wir Kenntniss haben. Es sind die kleinsten Spaltpilze (Micrococcus), welche mit Wasser imbibirt nicht mehr als 0,5 mik. (0,0005 mm) gross sind und sich mit den besten Vergrösserungen eben noch deutlich wahrnehmen lassen. Im trockenen Staubzustande, wie sie in der Luft herumfliegen, hat sich ihr Durchmesser auf die Hälfte verkleinert und das Gewicht beträgt 1 fünfzigbillionstel Gramm. Ein solches Stäubchen ist also 300 Millionen mal schwerer als ein Sauerstoff- oder Stickstoffmolecül, und die Geschwindigkeit, welche ihm durch den Stoss eines der letzteren ertheilt wird, beträgt kaum 0,002 mm in der Secunde, erreicht also noch nicht die Geschwindigkeit des Stundenzeigers einer Taschenuhr.

Die grösseren in der Luft befindlichen Körperchen erfahren durch den Stoss eines Luftmolecüls entsprechend geringere Veränderungen in ihren Bewegungen. Für einen Spaltpilz von 1 billionstel Gramm Gewicht, wie er am häufigsten in der Luft vorkommt, beträgt die Beschleunigung 0,00003 mm, für ein grösseres Weizenstärkekorn (Gewicht 0,000015 mg) 0,000000'004 mm, für ein mittleres Kartoffelstärkekorn (Gewicht 0,0001 mg) 0,000000'0006 mm und für ein gewöhnliches Sonnenstäubchen, dessen Gewicht etwa 0,001 mg ausmacht, sinkt die durch einen Molecularstoss erlangte Beschleunigung auf 0,000000'00006 mm in der Secunde, ist also 50 Millionen mal langsamer als die Bewegung des Stundenzeigers einer Taschenuhr.

In Wirklichkeit müssen die Beschleunigungen noch geringer sein, als soeben angegeben wurde, theils weil der Luftwiderstand, den die sich bewegenden Stäubchen zu überwinden haben, vernachlässigt, theils weil vollkommene Elastizität der Stäubchen angenommen wurde, während es wohl unzweifelhaft ist, dass ein Theil der lebendigen Kraft des Stosses für innere Arbeit verwendet wird.

Digitized by Google

Nun wird zwar ein Staubkörperchen zu gleicher Zeit nicht bloss von einem, sondern von einer Unzahl von Molecularstössen getroffen. Aber selbst viele Millionen gleichzeitig in der nämlichen Richtung erfolgende Stösse würden an einem Sonnenstäubchen noch keine sichtbare Bewegung hervorbringen. Ueberdem prallen die Luftmolecüle von allen Richtungen her an und heben sich in ihrer Wirkung um so vollständiger auf, je grösser ihre Zahl ist. Ein kugeliges Stäubchen von 0,001 mm Durchmesser, das also zu den kleineren gehört und lange nicht so gross ist, um als Sonnenstäubchen gesehen zu werden, wird in der Secunde etwa von 1 Billion Luftmolecülen angestossen.[1]) Ein wirkliches Sonnenstäubchen aber erfährt eine noch viel grössere Zahl von Stössen.

---

1) Die Rechnung kann in verschiedener Weise ausgeführt werden, wobei die Annahme, dass die Luftmolecüle einen Raum geradlinig durchlaufen, das nämliche Resultat gibt, wie wenn man, der Wirklichlichkeit entsprechend, jede Bewegungsrichtung in Folge der zahlreichen Zusammenstösse aus vielen kleinen Bewegungsstücken sich zusammengesetzt denkt. Einmal kann man von den in einem kugeligen Luftraume von 0,001 mm Durchmesser enthaltenen Molecülen ausgehen, deren Zahl 11 Millionen beträgt, welche in dem angegebenen Raume einen mittleren Weg von 0,000523 mm zurücklegen und die in 1 Secunde in Folge ihrer mittleren Geschwindigkeit von 485 m, 930 Millionen mal mit anderen abwechseln. Die Zahl der während 1 Secunde durch einen Luftraum hindurchgehenden Molecüle giebt die Zahl der Molecularstösse auf einen soliden Körper von gleicher Grösse und Gestalt an: in diesem Falle 930 Millionen mal 11 Millionen oder 10000 Billionen. — Wenn man sich den kleinen Raum von 0,001 mm Durchmesser als Hohlkugel denkt, so drückt die angegebene Zahl die während 1 Secunde auf die innere Wandung erfolgenden Molecularstösse aus, welche selbstverständlich den von aussen anprallenden Stössen, denen sie das Gegengewicht halten, an Zahl gleichkommen.

Man kann anderseits von einem beliebig grossen Luftraum, z. B. von einer Hohlkugel von 1 m Durchmesser, in welcher sich an irgend einer beliebigen Stelle das Staubkörperchen befindet, ausgehen. In dieser Hohlkugel sind 11 Quadrillionen Molecüle enthalten, von denen jedes

Digitized by Google

Die Bewegung, welche einem Sonnenstäubchen und überhaupt einem in der Luft befindlichen Staubkörperchen durch den Stoss eines einzelnen Gasmolecüls oder einer Vielzahl solcher Molecüle ertheilt wird, ist also so äusserst gering, und die Zahl der von allen Seiten gleichzeitig erfolgenden und sich gegenseitig aufhebenden Stösse ist so ausserordentlich gross, dass das Körperchen sich gerade so verhält, als ob es gar nicht angestossen würde. Es befindet sich daher in vollkommener Ruhe, soweit es nicht von Luftströmungen umhergeführt und durch sein Gewicht niedergezogen wird. In der That beobachtet man an den Sonnenstäubchen nichts von einer zitternden oder hüpfenden Bewegung wie etwa an den in Flüssigkeiten tanzenden Körperchen, sondern sie gleiten je nach den Luftströmungen langsamer und schneller neben und durcheinander. Und wenn zahlreiche Sonnenstäubchen etwa ein Flimmern und dadurch den Anschein einer hüpfenden Bewegung zeigen, so geschieht es, weil in Folge der Lageveränderungen bald das eine, bald das andere von dem Sonnenstrahl getroffen wird, aufblitzt und sich wieder unsichtbar macht.

Wenn die Bewegungen der Staubkörperchen in der Luft allein durch die Luftströmungen verursacht werden, so hängt Alles von der Frage ab: Wodurch werden sie schwebend erhalten? Aus der Beantwortung ergibt sich

---

während 1 Secunde durchschnittlich $\frac{485}{0,523}$ oder 930 Mal durch den Raum geht und somit möglicher Weise das Körperchen antrifft. Alle Molecüle zusammen machen 10000 Quadrillionen solcher Excursionen. Der grösste Querschnitt des Staubkörperchens nimmt den billionsten Theil des grössten Querschnitts der Hohlkugel ein. Von allen Luftmolecülen, die parallel einer bestimmten Richtung gehen, trifft also der billionste Theil das Körperchen, und im gleichen Verhältniss wird dasselbe auf allen Seiten von der Gesammtzahl der Excursionen aller Molecüle getroffen, nämlich von 10000 Billionen im Laufe einer Secunde.

Digitized by Google

dann sogleich auch, unter welchen Umständen sie steigen, sinken und seitliche Bewegungen ausführen.

Bleibt ein in der Luft befindliches Körperchen schwebend in gleichem Abstande von der Erde, so ist dies nur möglich, wenn eine aufsteigende Luftbewegung seiner Fallbewegung gerade das Gleichgewicht hält. Die erforderliche Geschwindigkeit dieser Luftströmung lässt sich nun für jeden Körper von bestimmter Grösse, Gestalt und specifischem Gewicht berechnen.

Wir können als Analogie uns an ein Gefäss mit Wasser erinnern, dessen Ausflussöffnung nach oben gerichtet ist. Der daraus hervorspringende Flüssigkeitsstrahl erhebt sich beinahe zum Wasserspiegel im Gefäss; die Differenz in der Höhe kommt auf Rechnung der Reibung und des zurückfallenden Wassers. Die Ausflussgeschwindigkeit entspricht der Höhe der Flüssigkeitssäule vom Spiegel bis zum Ausflusse und ist die nämliche, wie wenn ein schwerer Körper durch diese Höhe frei gefallen wäre, also

$$v = \sqrt{2\,g\,h}.$$

Diese Geschwindigkeit des ausfliessenden Wassers hält das Gleichgewicht einer Wassersäule von gleichem Querschnitt und der Höhe h, und ist selbstverständlich auch im Stande, irgend einen anderen Körper von dem nämlichen Gewichte zu tragen.

Der aufsteigende Luftstrom verhält sich rücksichtlich der Tragkraft wie der Wasserstrom, mit dem Unterschiede, dass die Luft bei der Temperatur 0 und dem Druck einer Atmosphäre 770 mal weniger Masse enthält als das Wasser und somit bloss ein 770 mal geringeres Gewicht zu tragen vermag.

Für den Fall, dass der zu tragende Körper ein anderes spezifisches Gewicht hat, als die strömende Flüssigkeit, gilt

Digitized by Google

die Formel $v = \sqrt{\frac{2\, g\, h\, \gamma_1}{\gamma}}$, worin g der Coeffizient der Beschleunigung, h der mittlere verticale Durchmesser des Körpers, γ_1 sein spezifisches Gewicht und γ das spezifische Gewicht der Flüssigkeit ist. Ist h, γ_1 und γ bekannt, so berechnet sich daraus die Geschwindigkeit v. Ist die letztere gegeben, so kann daraus h gefunden werden:

$$h = \frac{\gamma\, v^2}{2\, g\, \gamma_1}.$$

Das spezifische Gewicht (γ_1) lufttrockener organischer Körper ohne grössere Poren ist im Allgemeinen 1,5. Insofern dieselben durch einen Luftstrom getragen werden sollen, hat man $v = \sqrt{\frac{2 \,.\, 9{,}81 \,.\, h \,.\, 1{,}5}{0{,}0013}}$ oder

$$v = 150{,}46 \sqrt{h}$$

und $h = 22638 \,.\, v^2$, worin v und h in Metern ausgedrückt sind.

Hiezu ist zu bemerken, dass v die Geschwindigkeit des senkrecht aufsteigenden Luftstromes oder die senkrecht aufsteigende Componente der Geschwindigkeit eines schiefen Luftstromes ist bei einer Temperatur von 0° und einem Barometerstand von 760 mm Quecksilber. h drückt die durchschnittliche verticale Höhe des getragenen Körpers aus. Die Grösse seiner horizontalen Querschnittsfläche kommt im Allgemeinen nicht in Betracht, da sie kleiner gedacht ist als der Querschnitt des Luftstromes. Sie hat nur insofern Bedeutung als ein breiterer Körper der Luft einen etwas grösseren Widerstand darbietet als ein schmälerer, sonst aber gleicher Körper, da an den Rändern die Tragkraft derselben nicht voll ausgenützt wird; ein horizontales Brett wird von der Luft etwas leichter getragen, als ein von diesem Brett abgeschnittenes kleines Stück. Aus dem gleichen Grunde hat auch die Gestalt des Querschnitts

Digitized by Google

etwelchen Einfluss; ein schmales Rechteck wird weniger leicht getragen als ein Quadrat von gleichem Flächeninhalte. Dies gilt für grössere Körper; für mikroskopische Körperchen kehrt sich, wie ich zeigen werde, das Verhältniss um, weil bei ihnen ein neuer Factor zur Geltung kommt.

Ausser der Gestalt des horizontalen Querschnittes ist auch die Gestaltung der abwärts gerichteten (dem Luftstrome ausgesetzten) Oberfläche des getragenen Körpers von Bedeutung für das Resultat, indem der Druck der Luft um so geringer ausfällt, je mehr sich diese Oberfläche zur Pyramiden- und Kegelform erhebt, und um so grösser, je mehr sie zur ebenen oder gar zur concaven Fläche zurücksinkt. In gleichem Sinne, nur in geringerem Masse, wirkt die Gestaltung der aufwärts (dem Strome abgekehrten) Oberfläche.

Endlich übt auch die Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstromes, welcher zum Tragen des Körpers erforderlich ist, einen modificirenden Einfluss aus. Während bei langsamen Strömungen die mechanische Kraft dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist, erreicht sie bei grösserer Geschwindigkeit einen höheren Werth wegen der Luftverdichtung vor und der Luftverdünnung hinter dem Körper.

Wenn ein Körper in der Luft fällt, so nimmt die Fallgeschwindigkeit im Anfange stetig zu. Nach längerer oder kürzerer Zeit wird sie constant, — nämlich sobald sie so gross geworden, dass der Luftwiderstand der Beschleunigung das Gleichgewicht hält. Dieser Zustand tritt natürlich um so schneller ein, je geringer das spezifische Gewicht und der verticale Durchmesser des fallenden Körpers ist.

Die constante Geschwindigkeit, die ein Körper beim Fallen in ruhiger Luft erlangt, ist genau diejenige, die

Digitized by Google

ein aufsteigender Luftstrom annehmen muss, um diesen Körper schwebend zu erhalten. Also gelten auch hier die allgemeinen Formeln $v = \sqrt{2 g h}$ und $v = \sqrt{\frac{2 g h \gamma_1}{\gamma}}$, und für den Fall, dass das spezifische Gewicht des Körpers = 1,5 ist, die Formel $v = 150{,}46 \sqrt{h}$. [1])

Die verschiedenen Umstände, welche das Getragenwerden eines Körpers durch einen aufsteigenden Luftstrom modifiziren, machen sich ganz in der nämlichen Weise beim Constantwerden des Fallens geltend. Es sind die Grösse und die Gestalt des horizontalen Querschnitts, die Modellirung der abwärts und der aufwärts gekehrten Oberfläche und die absolute Geschwindigkeit des Falles.

Man kann sich leicht von der Richtigkeit des Gesagten überzeugen, indem man entweder leichte Körper durch einen künstlichen aufsteigenden Luftstrom von bekannter Geschwindigkeit schwebend erhält, oder was eher auszuführen ist, indem man sie in ruhiger Luft fallen lässt und die sehr bald erreichte Fallgeschwindigkeit bestimmt. Man kann sich dabei flacher Körper bedienen: dünner Papierblätter, sehr dünner Metallblättchen u. dgl., welche während des Falles ihre horizontale Lage behalten müssen. Da die Dicke und oft auch das spezifische Gewicht dieser Körper nicht genau zu ermitteln sind, so wird durch Wägen eines

1) Die Identität der constanten Geschwindigkeit eines fallenden Körpers in ruhiger Luft mit der Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstroms, die dem in Ruhe befindlichen Körper das Gleichgewicht hält, ergiebt sich schon aus der Erwägung, dass die Geschwindigkeit, die wir einem Körper im Vergleich mit einem anderen zuschreiben, nur die Differenz der Geschwindigkeiten beider ist, und dass es für alle mechanischen Betrachtungen auf das Gleiche herauskommt, ob man den einen oder den andern in absoluter Ruhe verweilen oder ob man beide sich bewegen lässt, wenn nur der Unterschied in der Bewegung der nämliche bleibt.

grössern Blattes das Gewicht der Flächeneinheit bestimmt und daraus die Dicke einer Wasserschicht von gleichem Gewicht ($h_,$) berechnet. Man erhält dann die Formel $v = \sqrt{\frac{2\ g\ h_,}{s}}$, worin s das spezifische Gewicht der Luft verglichen mit Wasser bedeutet: also $v = \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}81\ h_,}{0{,}0013}}$ oder

$$v = 122{,}85 \sqrt{h_,},$$

indem für v und $h_,$ der Werth in Metern einzusetzen ist.[1])

Die Schwierigkeit bei solchen Versuchen besteht darin, dass die dünnen Blätter beim Fallen bald ins Schwanken gerathen und schiefe Lagen annehmen. Am besten gelingt der Versuch bei Goldschlägerhaut, welche wegen ihrer ausserordentlichen Dünnheit sehr schnell die constante Fallgeschwindigkeit erlangt. Die meisten Papierblätter gestatten die Beobachtung bloss von dem Beginne des Fallens bis kurze Zeit, nachdem die Geschwindigkeit constant geworden ist. Die mittlere Geschwindigkeit während dieser Beobachtungszeit ist denn auch geringer als die berechnete Fallgeschwindigkeit und beträgt 0,6 bis 0,7 der letztern.[2])

Indessen würde die constante Fallgeschwindigkeit horizontaler ebener Papierblätter, wenn sie beobachtet werden könnte, immer langsamer sein als es die Rechnung ver-

1) Oder $v = 1228{,}5 \sqrt{h_,}$, wenn v und $h_,$ in cm ausgedrückt sind.

2) Ein Goldblättchen, von welchem 1 qcm 0,000153 g wiegt, fällt in den ersten paar Secunden durchschnittlich 14 cm in der Secunde, wobei es aber im Anfange wohl noch nicht die volle Geschwindigkeit besitzt. Die Rechnung verlangt 15,2 cm.

Ein Blatt Papier, welches auf 1 qcm ein Gewicht von 0,00247 g hat, fällt vom Beginn des Fallens an 1 m in 2,5 Secunden, also 40 cm in der Secunde, während die berechnete Geschwindigkeit 61,05 cm beträgt.

Digitized by Google

langt. Diess zeigt sich aus Versuchen mit dünnen Korkplatten (welche auf 1 qcm 0,065 g wiegen); dieselben fallen ziemlich regelmässig und legen in der Secunde etwa 5/6 des berechneten Raumes zurück. Diese langsamere Bewegung rührt offenbar von der comprimirten Luft unter der fallenden Platte her, indem die Rechnung die gewöhnliche Dichtigkeit der Luft voraussetzt. — Auch feine dichte Drahtnetze (welche auf 1 qcm ein Gewicht von 0,065 g besitzen) sind für solche Fallversuche brauchbar. Die Geschwindigkeit scheint ziemlich die nämliche zu sein wie bei den Korkplatten.

Man kann einem Blatt Papier eine sehr gleichmässige Fallbewegung geben, wenn man in der Mitte desselben einen schweren Körper (z. B. einen Metallnagel) befestigt. In Folge dessen fällt es schneller und nimmt eine schwach nach aufwärts gebogene Gestalt an. Durch Letzteres wird der grössere Widerstand der verdichteten Luft compensirt und die Fallgeschwindigkeit stimmt oft genau mit der Rechnung.[1])

Für solche Fallversuche eignen sich indess noch besser Körper von kugeliger Gestalt und sehr geringem Gewicht, weil dieselben in ruhiger Luft stets ihre gleichmässige Fallgeschwindigkeit beibehalten. Ich bediente mich eines Gasballons, wie er als Kinderspielzeug verkauft wird. Derselbe hatte einen Durchmesser von 15,8 cm und wurde durch Anhängen von 0,45 g auf das Gewicht der Luft gebracht, so dass er frei schwebte ohne zu steigen oder zu fallen. Nun wurde er nach und nach mit verschiedenen Gewichten belastet (nämlich mit 0,1 g, 0,2 g und so weiter bis 3,55 und 4,55 g) und fallen gelassen. Das geringste Gewicht (0,1 g) und das grösste (4,55 g) gaben unsichere

1) Ein Blatt Schreibpapier von 350,2 qcm Flächeninhalt wog sammt dem daran befestigten Nagel 6,15 g, was 0,0175 g auf 1 qcm ausmacht. Die berechnete und die beobachtete constante Fallgeschwindigkeit betrug 1,61 m in der Secunde.

Digitized by Google

Beobachtungen, jenes, weil schon die schwächsten Luftströmungen das Fallen beschleunigten oder verzögerten, dieses, weil die Fallgeschwindigkeit zu gross war. Die übrigen Beobachtungen dagegen zeigten bei wiederholten Versuchen innerhalb enger Grenzen constant bleibende Fallgeschwindigkeiten, welche wie bei den flachen Körpern aus den Zeiten, die das Fallen durch 1, 2 und 3 Meter Höhe erforderte, sich ermitteln liessen. Die Differenzen zwischen den Fallzeiten von 1 zu 2 und von 2 zu 3 m Fallhöhe waren gleich gross, indem nach dem 1. m Fallhöhe die constante Geschwindigkeit erreicht war.

Diese constante Fallgeschwindigkeit war bei allen 9 Versuchen grösser als die berechnete, und zwar im Mittel um 25 Proc., indem in einer bestimmten Zeit 125, statt der berechneten 100 Längeneinheiten zurückgelegt wurden. Der Unterschied ist ohne Zweifel aus dem Umstande zu erklären, dass wegen der kugeligen Gestalt des Ballons nicht der dem Querschnitte entsprechende volle Luftwiderstand ausgenützt wurde.

Es hat demnach keine Schwierigkeit, für grössere Körper die constante Fallgeschwindigkeit in ruhiger Luft und die mit ihr identische Geschwindigkeit eines vertical aufsteigenden Luftstroms, welcher die Körper schwebend erhält, annähernd zu bestimmen. Nun ist die Frage, in wiefern diese Bestimmung auch für Körper von kleinster Dimension gilt. Wenn kein weiterer Unterschied als der in der Grösse bestände, so wäre die nämliche Berechnung auch für alle Staubkörperchen anwendbar, und würde nur insofern modifizirt, als mit der Verkleinerung des horizontalen Querschnittes eine grössere Einbusse in der Wirkung des Luftwiderstandes einträte und daher in der Formel $v = 122{,}85 \sqrt{h}$, die Geschwindigkeit v im Verhältniss zu der Grösse h, sich etwas steigerte.

Digitized by Google

Es ist jedoch ein Umstand vorhanden, welcher mit dem Kleinerwerden der Körperchen früher oder später für das Schweben und Fallen derselben in der Luft wirksam werden muss. Bekanntlich wird die Oberfläche fester Körper von einer Schicht verdichteter Luft überzogen, welche durch Reiben und Erhitzen weggenommen und durch Flüssigkeiten verdrängt werden kann. Ihre Mächtigkeit sowie ihre übrigen Eigenschaften sind noch unbekannt. Wir wissen nur, dass die verdichtete Luftschicht durch Molecularanziehung zu Stande kommt, dass sie demnach eine viel grössere Dichtigkeit und eine viel geringere Beweglichkeit haben muss als die freie Luft. Der Theil derselben, welcher zunächst der Oberfläche sich befindet, mag selbst nahezu unbeweglich sein.

Ein kleinstes Körperchen, das mit seiner verdichteten Lufthülle in der Luft schwebt, ist dem mit seiner Atmosphäre im Aetherraume befindlichen Erdball ähnlich.

Die verdichtete Lufthülle vergrössert wegen ihrer geringen Verschiebbarkeit gleichsam das Volumen eines Körperchens, ohne sein absolutes Gewicht merklich zu erhöhen. Sie hat die Bedeutung eines Fallschirms oder eines Segels, indem sie den für mechanische Aktion wirksamen Querschnitt erweitert.

Dieser oberflächliche Luftmantel kommt allen festen Körpern zu; aber bei grösseren Dimensionen derselben wird die dadurch bedingte Vermehrung des Querschnitts und somit seine Wirksamkeit für die Bewegungen in der Luft unmerklich gering. Mag sein Radius aber noch so klein sein, so muss es kleinste Körperchen geben, gegen deren Radius er nicht mehr vernachlässigt werden darf, und deren Bewegungen in der Luft daher nicht blos von Gewicht und Querschnitt, sondern auch von dem Luftmantel abhängen.

Es ist die Aufgabe des Experiments, die Dicke der unbeweglichen Lufthülle an Substanzen von bestimmter chemischer Zusammensetzung und somit auch die obere Grenze für die Grösse der Körperdimensionen zu ermitteln, bei welcher die Wirksamkeit unmerklich klein wird. Die betreffenden experimentellen Thatsachen bleiben einer folgenden Mittheilung vorbehalten; ich bemerke für jetzt bloss, dass, wenn der Unterschied zwischen den Bewegungen der Staubkörperchen und denen grösserer Körper allein durch den Luftmantel verursacht wird, die Wirksamkeit des letzteren behufs Fliegens alle Erwartungen übertrifft, dass der Luftmantel viel mächtiger ist, als man irgendwie voraussetzen konnte und dass er auch bei Körperchen, die so gross sind, um als Sonnenstäubchen einzeln sichtbar zu werden, die hauptsächlichste Tragkraft darstellt.

Ein Stärkekörnchen, welches das nämliche Gewicht hat wie ein aus einem Goldblättchen herausgeschnitten gedachtes Stückchen von gleichem Querschnitt, sollte, wenn ihm der Luftmantel fehlte, wegen seines kleineren Querschnittes etwas schneller fallen als das ganze Goldblättchen. In Wirklichkeit fällt es aber vielmal langsamer. — Die grösseren Weizenstärkekörner von linsenförmiger Gestalt haben nur den 5 Theil derjenigen Fallgeschwindigkeit, welche sich aus der Berechnung unter der Voraussetzung ergiebt, dass sie beim Fallen alle möglichen Lagen annehmen. Das würde auf einen Luftmantel hindeuten, welcher den Radius des wirksamen Querschnittes um etwa 0,04 mm vergrössert.

Die Mächtigkeit der verdichteten Luftschicht an einer frei in der Luft befindlichen Oberfläche wäre also ungleich viel bedeutender als die verdichtete Wasserschicht an einem in Wasser liegenden Körper, da nach Quincke der Radius der Wirkungssphäre eines festen Körpers auf eine Flüssigkeit nur etwa 0,000005'5 mm beträgt.

Dieser Gegensatz zwischen verdichteter Luft- und

Digitized by Google

Wasserschicht lässt sich aus dem Umstande erklären, dass die Wassermolecüle durch sehr starke Molecularkräfte unter einander verbunden sind, und dass daher ihnen gegenüber die Anziehung einer festen Substanz nur auf eine sehr geringe Entfernung ein bemerkbares Uebergewicht zu behaupten vermag, — während die Luftmolecüle, die bloss durch die Stösse auf einander einwirken, die Anziehung eines Körpers auf einen viel grösseren Abstand in nachweisbarem Masse empfinden müssen.

Von dem Luftmantel, welcher feste Körper, besonders wenn sie organischer Natur sind, überzieht, vermuthe ich übrigens, dass er vorzüglich aus verdichtetem Wasserdampf (nicht zu verwechseln mit Wasser oder mit Bläschendampf) bestehe. Dafür spricht die grosse Verwandtschaft, welche viele organische Verbindungen (namentlich die Kohlenhydrate und die Albuminate) zum Wassermolecül haben, und die so gross ist, dass die organisirten Körper in trockner Luft 15 bis 20 Proc. Wasser festhalten und dasselbe erst bei 100° C. oder darüber fahren lassen. Eine besondere Verwandtschaft zu Sauerstoff oder Stickstoff ist dagegen nicht bekannt und auch nicht wahrscheinlich.

Dass der Luftmantel eine grosse Menge von Wassergas enthalte, lässt sich auch desswegen vermuthen, weil eine bloss aus permanenten Gasen bestehende erhebliche Luftverdichtung nicht wohl denkbar ist. Wenn auch die an den Luftmolecülen haftenden Molecularkräfte im gewöhnlichen Zustande wegen der verhältnissmässig grossen Entfernungen unwirksam sind, so müssen sie sich doch geltend machen, sowie die Luftmolecüle näher zusammentreten. Bei den permanenten Gasen sind dann die abstossenden Kräfte im Uebergewicht, wie ihr Widerstand gegen die Verdichtung zum flüssigen Zustande beweist. Die Luftverdichtung wird also viel leichter zu Stande kommen,

wenn zwischen den Sauerstoff- und Stickstoffmolecülen reichliche Wassermolecüle vertheilt sind.

Ausser dem Luftmantel giebt es noch eine andere Ursache, welche das Fallen kleinster Körperchen verzögern und ihr Getragenwerden durch einen aufsteigenden Luftstrom befördern muss, nämlich die Reibung. In der Formel $v = \sqrt{2gh}$ ist dieses Moment vernachlässigt; sie setzt voraus, dass das Fallen im leeren Raume geschehe, ferner dass das aufsteigende Medium nur den zu tragenden Körper treffe und nicht an ihm vorbeistreichend durch Reibung auf ihn wirke, und ebenso dass der mit constanter Geschwindigkeit fallende Körper nur mit seiner unteren Fläche auf das Medium stosse und nicht durch Reibung an seinem Umfange behindert werde.

Diess kann für grössere in der Luft befindliche Körper ohne bemerkbaren Fehler angenommen werden. Es ist aber, da der Querschnitt mit dem Quadrat und der Umfang mit der ersten Potenz des Durchmessers abnimmt, ausser Zweifel, dass, wenn man die Körper immer kleiner werden lässt, man einmal bei einer Kleinheit anlangt, wo der Reibungswiderstand einen nicht zu vernachlässigenden Werth erreicht, und dass derselbe bei noch kleiner werdenden Körpern verhältnissmässig immer grösser wird.

Ueber den Betrag des Reibungswiderstandes lässt sich noch nichts Bestimmtes aussagen. Man kennt zwar seine Grösse in Capillarröhren von ungleichem Durchmesser und ungleicher Länge. Es lässt sich daraus aber kein Schluss ziehen auf eine Reibungsfläche von fast verschwindender Länge. Und wenn diess auch geschehen könnte, so wird die Beurtheilung unmöglich durch den Umstand, dass der Mantel von verdichteter Luft jedenfalls vorhanden ist und dass man über seine Mächtigkeit und seine physikalische Beschaffenheit nichts weiss.

Digitized by Google

Man kann daher die Ursachen, welche den Fall kleinster Körperchen in der Luft verzögern und sie gegenüber einem aufsteigenden Luftstrom gleichsam leichter machen, nicht von einander trennen. Man kann sich die Gesammtwirkung dieser Ursachen nur so vorstellen und in Rechnung bringen, dass durch dieselben der wirksame Querschnitt eines Körperchens je nach seiner chemischen Beschaffenheit, nach seiner Form und Grösse in einem bestimmten Masse vergrössert wird.

Die Frage, unter welchen Umständen Staubkörperchen von der Luft getragen und fortgeführt werden, unter welchen Umständen sie sinken und sich auf den Boden legen, ist von besonderer Wichtigkeit mit Rücksicht auf die Spaltpilze, namentlich die Miasmen- und Contagienpilze. Denn darin beruht das eine Moment ihrer Verbreitung. Es handelt sich also, wie bereits gesagt, darum, die Grenze zwischen Steigen und Fallen zu bestimmen. Bleibt innerhalb eines Raumes die Luftbewegung unter dieser Grenze, so wird nicht nur das Aufsteigen der Spaltpilze unmöglich, sondern es wird auch durch Niedersinken der schwebenden Pilze die Luft von ihnen gereinigt. Erreicht ferner in einem Medium, welches seiner Natur nach nur schwache Luftströmungen gestattet (wie z. B. im Boden), die vertical aufsteigende Componente der Luftgeschwindigkeit nicht jene Grenze, so können auch die Spaltpilze in dem fraglichen Medium nicht aufsteigen und aus demselben in die Atmosphäre entweichen.

Die Bestimmung der eben genannten Grenze für das Aufsteigen der Spaltpilze giebt auch die Aussicht zur Entscheidung einer der wichtigsten Fragen, welche diese Pilze betrifft, nämlich der Frage, ob die jetzt bekannten Formen und Zustände der Spaltpilze den Formenkreis der Gruppe wirklich umgrenzen, oder ob es vielleicht noch kleinere

gebe, die sich der jetzigen mikroskopischen Wahrnehmung entziehen.

Die kleinsten Spaltpilze, die man kennt, stehen bekanntlich an der Grenze der Sichtbarkeit. Man würde sie, wenn uns die leistungsfähigen Mikroskope der Jetztzeit mangelten, entweder gar nicht sehen oder wenigstens nicht als Organismen nachweisen können. Gäbe es aber noch kleinere Formen, so würde man dieselben auch mit den jetzigen Instrumenten nicht erkennen. Es sind also nahe liegende Fragen, wenn wir aus verschiedenen wissenschaftlichen und praktischen Beweggründen gerne wissen möchten: Ob es, neben den bekannten, noch kleinere, bei unseren jetzigen optischen Hülfsmitteln unsichtbare Spaltpilze gebe? Ferner ob die bekannten Pilze vielleicht noch besondere Sporen oder Keime bilden, die uns wegen ihrer Kleinheit entgehen?

Diese Fragen können experimentell gelöst werden, wenn es gelingt, genau die Geschwindigkeit eines aufsteigenden Luftstromes zu bestimmen, welcher die bekannten kleinsten Spaltpilze schwebend zu erhalten vermag. Giebt es keine Pilze oder Keime, die kleiner und leichter sind, so muss ein abgeschlossener Luftraum mit geringerer Luftgeschwindigkeit als die gefundene pilzfrei werden und pilzfrei bleiben, und eine darin befindliche pilzfreie Nährlösung muss sich unverändert erhalten. Giebt es dagegen noch kleinere, unsichtbare Pilzformen oder unsichtbar kleine Keime von bekannten grösseren Formen, so muss in einem abgeschlossenen Luftraum, in welchem jene Luftgeschwindigkeit nicht erreicht wird, eine ausgekochte Nährlösung verändert, getrübt, zersetzt und mit Pilzvegetation erfüllt werden.

Ich will noch eine Bemerkung beifügen über die Berechnung, zu denen diese Untersuchungen Veranlassung geben. Die Factoren, von denen die Tragkraft eines be-

Digitized by Google

stimmten Luftstromes abhängt, sind das Gewicht des Körperchens, sein horizontaler Querschnitt und die Vergrösserung, welche dieser Querschnitt durch den Luftmantel und die Reibung erfährt, und welche ich der Kürze halber als Dicke des Luftmantels bezeichnen will.

Was Gewicht und Grösse der lufttrockenen Spaltpilze betrifft, so können diese Werthe nicht direct bestimmt, sondern sie müssen aus der mikroskopischen Untersuchung der in einer Flüssigkeit befindlichen Pilze, also aus der Gestalt und Grösse der von Wasser durchdrungenen Zellen ermittelt werden. Die Spaltpilze enthalten im benetzten Zustande durchschnittlich 80, im lufttrockenen Zustande 20 Proz. Wasser. 400 Gewichtstheile benetzter Pilze (320 Wasser und 80 Substanz) trocknen also auf 100 (20 Wasser und 80 Substanz) ein, oder das Gewicht vermindert sich beim Trocknen von 1 auf 0,25. — Im benetzten Zustande beträgt das spezifische Gewicht ungefähr 1,1 und im lufttrockenen Zustande 1,4. Also vermindert sich das Volumen beim Trocknen von $\frac{1}{1,1}$ auf $\frac{0,25}{1,4}$, oder von 1 auf 0,196429.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die benetzten Spaltpilze entweder kugelig oder stäbchenförmig sind, und wir können als sehr wahrscheinlich voraussetzen, dass sie ihre Gestalt beim Trocknen behalten oder doch nur in unbedeutendem, die Rechnung nicht störenden Masse verändern. Was zuerst die kugeligen Formen betrifft, so ist ihr Durchmesser im benetzten Zustande bekannt; daraus können die anderen Werthe bestimmt werden. Ist der Durchmesser der benetzten kugeligen Zelle 2 r und ihr Volumen $\frac{4}{3} r^3 \pi$, so vermindert sich dieses beim Trocknen auf $\frac{4}{3} r^3 \pi \,.\, 0,196429$. Der Querschnitt vermindert sich

demnach von $r^2 \pi$ auf $r^2 \pi . 0,337912$ und der Durchmesser von $2 r$ auf $2 r . 0,581302$.

Würden sich die kleinsten Körperchen rücksichtlich ihres Transportes durch die Luft so verhalten wie grosse Körper, so liesse sich die Geschwindigkeit des vertical aufsteigenden Luftstroms, welcher sie schwebend erhält, nach der früher abgeleiteten Formel $v = 1228,5 \sqrt{h_1}$ (v und h_1 in cm ausgedrückt) berechnen. h_1 bedeutet die Höhe einer Wasserschicht von gleicher Grundfläche und gleichem Gewicht wie der horizontale Querschnitt und das Gewicht des Körpers, und ist gleich dem Volumen des Körpers multiplizirt mit dem spezifischen Gewicht desselben und dividirt durch seinen horizontalen Querschnitt. Also hat man für den vorliegenden Fall

$$h_1 = \frac{4 r^3 \pi . 0,196429 . 1,4}{3 r^2 \pi . 0,337912} \text{ oder } h_1 = 1,085097 . r$$

ferner $\sqrt{h_1} = 1,04168 \sqrt{r}$ und $v = 1279,70 \sqrt{r}$ (in cm).

Diese Formel gilt für den Fall, dass eine Lufthülle und ein Reibungswiderstand nicht vorhanden oder im Verhältniss zu r so gering sind, dass sie vernachlässigt werden können. Haben dieselben aber eine hinreichende Grösse, so dass der wirksame horizontale Querschnitt merklich zunimmt, so wird dadurch der Werth von h_1 kleiner. Der Radius des umhüllten lufttrockenen Körperchens ist $r . 0,581302 + m$, wenn m die Dicke des wirksamen Luftmantels angiebt, und der Querschnitt ist $(r . 0,581302 + m)^2 \pi$. Somit erhält man

$$h_1 = \frac{4 r^3 \pi . 0,196429 . 1,4}{3 (r . 0,581302 + m)^2 \pi} \text{ oder}$$

$$h_1 = \frac{0,366666 . r^3}{(r . 0,581302 + m)^2},$$

Digitized by Google

$$\text{ferner } \sqrt{h_1} = \frac{0{,}605529 \, . \, \sqrt{r^3}}{r \, . \, 0{,}581302 + m} \text{ und}$$

$$v = \frac{743{,}893 \, . \, \sqrt{r^3}}{r \, . \, 0{,}581302 + m} \text{ (in cm).}$$

Die stäbchenförmigen Spaltpilze sind cylindrisch[1]) mit abgerundeten Enden. Wenn wir sie der Einfachheit wegen als vollkommen cylindrisch betrachten, so begehen wir nur einen unbedeutenden Fehler, indem Volumen und Längsschnitt etwas zu gross ausfallen. Das Volumen im benetzten Zustande ist $r^2 \pi l$ (wenn 2 r den Durchmesser und l die Länge bezeichnet), im lufttrockenen Zustande $r^2 \pi l \, . \, 0{,}196429$.

Ich will nur diejenige Stellung des Stäbchens berücksichtigen, bei welcher seine Achse horizontal gerichtet ist, weil in dieser Lage die geringste Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstroms zum Tragen der Pilze erforderlich ist. Der horizontale Querschnitt ist nun 2 r l im benetzten und 2 r l . 0,337912 im lufttrockenen Zustande. — Ein solcher horizontal liegender Cylinder hat das Gewicht einer Wasserschicht, deren Höhe

$$h_1 = \frac{r^2 \pi \, l \, . \, 0{,}196429 \, . \, 1{,}4}{2 \, r \, l \, . \, 0{,}337912} \text{ oder } h_1 = 1{,}27835 \, . \, r.$$

Hieraus erhält man (wobei die Länge der Stäbchen gleichgültig ist) die zum Tragen erforderliche Luftgeschwindigkeit

$$v = 1388{,}90 \, \sqrt{r} \text{ (in cm).}$$

Mit Berücksichtigung der Lufthülle von der Dicke m wird die Höhe einer dem horizontalen Cylinder entsprechenden Wasserschicht

$$h_1 = \frac{r^2 \pi \, l \, . \, 0{,}196429 \, . \, 1{,}4}{2 \, (r \, . \, 0{,}581302 + m) \, (l \, . \, 0{,}581302 + m)} \text{ oder}$$

1) Die Angabe von plattgedrückten Stäbchen ist durch optische Täuschung veranlasst worden.

$$m = \frac{0{,}431969}{(r \cdot 0{,}581302 + m)\,(l \cdot 0{,}581302 + m)}.$$

Hieraus berechnet sich die Geschwindigkeit

$$v = 807{,}436 \sqrt{\frac{r^2\, l}{(r \cdot 0{,}581302 + m)\,(l \cdot 0{,}581302 + m)}}$$

(in cm).

Durch Versuche lässt sich v für kugelige und cylindrische Spaltpilze ermitteln und daraus dann die wirksame Dicke des Luftmantels (m) berechnen. Nach einigen vorläufigen Versuchen würde diese Dicke für Stärkekörner, wie bereits angeführt wurde, etwa 0,04 mm betragen.

II. Bewegungen im Wasser.

Die Erklärung der Bewegungen kleinster Körperchen wird viel schwieriger, wenn sie sich in einer Flüssigkeit als wenn sie sich in der Luft befinden, weil dort die mechanischen Verhältnisse complizirter sind. Was die Luft betrifft, so können die Gasmolecüle, da sie nicht in bemerkbarem Masse durch die Molecularkräfte, sondern nur durch die elastischen Stösse aufeinander einwirken, auch die Ortsveränderungen der suspendirten Stäubchen bloss entweder durch die Einzelstösse oder durch die Massenbewegungen beeinflussen. In einer Flüssigkeit dagegen bewegen sich die Molecüle nicht bloss durcheinander, sondern wirken auch durch anziehende und abstossende Kräfte sehr energisch auf einander ein, und es ist daher denkbar, dass sie ebenfalls die suspendirten kleinsten Körperchen theils durch Einzelstösse, theils durch Massenbewegungen, theils durch Molecularkräfte in Bewegung setzen.

Die Erscheinung, welche am meisten die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen hat, ist die Tanzbewegung (Brown'sche „Molecularbewegung"). Bezüglich derselben ist durch Wiener und später durch Exner

Digitized by Google

nachgewiesen worden, dass die Ursache davon in der Flüssigkeit selbst zu suchen und inneren, dem Flüssigkeitszustande eigenthümlichen Bewegungen zuzuschreiben sei. Sollte diess aber so verstanden werden, dass es die Stösse selber der in verschiedenen Richtungen sich bewegenden Flüssigkeitsmolecüle und nicht etwa die Molecularkräfte derselben überhaupt seien, welche die mikroskopisch sichtbaren Körperchen zum Tanzen bringen, so wäre eine solche Annahme noch weniger begründet als die analoge Vermuthung für das Tanzen der Sonnenstäubchen.

Wenn die Molecularstösse das Tanzen kleinster Körperchen im Wasser bewirkten, so müssten in der nämlichen Flüssigkeit und bei der nämlichen Temperatur die Geschwindigkeiten der Tanzbewegung für gleiche Form und gleiches spezifisches Gewicht der Körperchen annähernd im umgekehrten Verhältnisse zu ihrer Masse stehen, sohin mit zunehmender Masse stetig abnehmen und bei einer bestimmten Grösse unmerklich werden. Es müssten ferner die Geschwindigkeiten bei den nämlichen Körperchen unter übrigens gleichen Umständen constant bleiben; sie könnten nicht langsamer werden oder gar zur Ruhe kommen.

Alles dies trifft aber durchaus nicht mit der Genauigkeit zu, wie man es von der Wirkung einer mechanischen Ursache erwarten müsste. Man macht sogar oft Beobachtungen, welche der angegebenen theoretischen Forderung ganz zu widersprechen scheinen. Dabei setze ich natürlich voraus, dass man nur freischwebende Körperchen beobachte, und sich nicht etwa durch solche täuschen lasse, welche dem Objectträger oder dem Deckglas oder der freien Oberfläche der Flüssigkeiten anhängen und in Folge der Adhäsion entweder keine oder eine verlangsamte Bewegung zeigen.

Die Zweifel, welche in Folge solcher Beobachtungen sich erheben, werden durch die theoretische Behandlung der

Frage vollkommen bestätigt. Eine genaue Berechnung der Geschwindigkeit, welche die Wassermolecüle durch ihre Stösse einem kleinsten Körperchen von bestimmtem Gewicht zu ertheilen vermögen, ist zwar nicht ausführbar, weil die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsmolecüle unbekannt ist. Wir wissen in dieser Beziehung nur, dass die Wassermolecüle jedenfalls sich viel langsamer bewegen als die Luftmolecüle, da jene durch Molecularkräfte mit einander verbunden sind und einen bedeutenden Reibungswiderstand zu überwinden haben, welcher bei den Gasen, mit Ausschluss des fast verschwindenden Widerstandes von Seite des Aethers, ganz wegfällt.[1])

Die Wirksamkeit des Stosses eines Wassermolecüls auf ein kleines Körperchen ist also schon wegen seiner geringeren Geschwindigkeit viel geringer als die Wirksamkeit eines Gasmolecüls von gleichem Gewicht. Sie wird überdem noch durch den Umstand, dass das Wasser wegen seiner 770 mal grösseren Dichtigkeit einen grösseren Widerstand darbietet, in entsprechendem Masse vermindert.

---

1) Der flüssige Zustand stellt bezüglich der Geschwindigkeit der Molecularbewegungen ein mittleres Verhältniss dar zwischen dem festen und dem gasförmigen Zustand. Um 1 g Eis in Wasser von 0° zu verwandeln, bedarf es 80 Cal. Die Wärme wird dazu verwendet, um die früher fest verbundenen Molecüle von einander loszureissen und ihnen eine gewisse mittlere fortschreitende Bewegung zu ertheilen, wobei zugleich auch die inneren Schwingungen in den Molecülen entsprechend beschleunigt werden. Geht 1 g Wasser von 0° in Wasserdampf von 0° über, so werden 606 Cal. aufgenommen. Sie dienen dazu, die Wassermolecüle vollständig von einander zu trennen und die Geschwindigkeit ihrer fortschreitenden sowie der inneren schwingenden Bewegungen zu vermehren. Aus der Vergleichung der latenten Schmelzwärme mit der latenten Verdampfungswärme lässt sich entnehmen, dass die Wassermolecüle beim Uebergang aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand die Geschwindigkeit ihrer Bewegungen sehr beträchtlich steigern müssen.

Digitized by Google

Wenn wir die Geschwindigkeit berechnen, welche ein im Wasser tanzendes Körperchen in der Luft durch den Stoss eines Wassergasmoleculs erhielte, so fällt dieselbe vielmal grösser aus als die Geschwindigkeit, welche demselben im Wasser durch ein Wassermolecül ertheilt wird. Ein kugeliges oder polyedrisches Stärkekörnchen von 3 mik. (0,003 mm) Durchmesser zeigt die Tanzbewegung sehr deutlich. Dasselbe würde durch den Anstoss eines Wasser-Gasmolecüls in der Luft eine Geschwindigkeit von 0,000002 mm in der Secunde erhalten. Da uns eine Bewegung unter dem Mikroskop nach Massgabe der linearen Vergrösserung beschleunigt erscheint, so müssen wir die soeben berechnete Geschwindigkeit, um sie mit der bei 500maliger Vergrösserung beobachteten zu vergleichen, mit 500 multipliziren. Wir erhalten somit 0,001 mm als Geschwindigkeit eines von dem Stoss eines Wassermolecüls unter den angegebenen Bedingungen getroffenen Stärkekörnchens, wie sie uns unter dem Mikroskop sich darstellen würde. Sie ist immer noch 3mal langsamer als die Bewegung des Stundenzeigers einer Taschenuhr dem blossen Auge erscheint, und würde die wirkliche Geschwindigkeit der Tanzbewegung noch lange nicht erreichen, wenn sie sich um das Zehntausendfache beschleunigte.

Wenn man ferner berücksichtigt, dass in dieser Berechnung die Geschwindigkeit des anstossenden Wassermolecüls um ein Vielfaches höher angenommen wurde, als sie wirklich ist, und dass der bedeutende Widerstand des Wassers gänzlich vernachlässigt wurde, so können wir wohl behaupten, das eine Million von Wassermolecülen das Stärkekörnchen im nämlichen Moment in der gleichen Richtung treffen müsste, um den einzelnen Ruck des tanzenden Stärkekörnchens zu erklären. Nun sind es zwar wohl mehr als eine Billion von Molecularstössen, welche das im Wasser befindliche Stärkekörnchen während einer Secunde

erfährt; aber sie kommen von allen möglichen Seiten und heben sich bei der ungemein grossen Zahl und der Geringfügigkeit der Wucht des einzelnen Stosses in ihrer Wirkung vollständig auf.

Es sind also zur Erklärung der Tanzbewegung kleinster Körperchen im Wasser andere moleculare Ursachen aufzusuchen als die Ortsbewegungen der Flüssigkeitsmolecüle und wir können dieselben nur in den anziehenden und abstossenden Kräften finden, welche immer zwischen den in geringer Entfernung von einander befindlichen Molecülen wirksam sind, und deren Wirksamkeit auch die Eigenschaften der Flüssigkeiten bedingt. Da sich nun die oberflächlichen Molecüle der im Wasser liegenden Körper mit den angrenzenden Molecülen des letzteren in gegenseitigem Bereiche der Molecularkräfte befinden, so muss auch jede einzelne dieser Kräfte auf die Bewegungen eines freischwimmenden und hinreichend leichten Körpers Einfluss haben. Welche derselben aber die grösste Wirkung ausübe und die mikroskopisch sichtbaren Tanzbewegungen hervorbringe, bleibt vorerst unbekannt, und wenn wir mit Vorliebe an elektrische Anziehung und Abstossung denken, so ist dies weiter nichts als eine Möglichkeit, die in verschiedenen Beziehungen näher zu liegen scheint als irgend eine andere.[1])

1) Der erheblichste Einwurf, den man gegen die Theorie, dass die Tanzbewegung durch Molecularkräfte und nicht durch die Molecularstösse verursacht werde, erheben könnte, wäre wohl der, dass das einzelne Flüssigkeitsmolecül durch Anziehung oder Abstossung dem viel grösseren und schwereren Staubkörperchen nur eine unendlich geringe Beschleunigung ertheilen könne, und dass die von allen das Körperchen umgebenden Molecülen in verschiedenem Sinne ausgeübten Wirkungen sich aufheben müssen. Dieser Einwurf fällt hinweg, wenn die Elektrizität die bewegende Kraft ist, weil dann in jedem Moment eine neue Vertheilung der Elektrizität in dem Körperchen eintreten und auch die umgebenden Flüssigkeitsmolecüle sich übereinstimmend orientiren und somit eine merkliche Gesammtwirkung ausüben können.

Digitized by Google

Wenn meine Theorie im Allgemeinen begründet ist, so hat die Ortsbewegung der Moleculle nur einen indirekten Einfluss auf die Tanzbewegung, insofern sie stets neue moleculare Kräfte wirksam werden lässt. Langsamere Molecularbewegungen können selbst förderlicher für die Tanzbewegung sein, da diese nicht mehr eine Function der Stösse der Molecüle und des Widerstandes der Körperchen ist. Es wird uns ferner erklärlich, warum grössere Körperchen nicht nach Massgabe ihres Gewichtes träger werden, da ja die bewegenden Kräfte mit der Oberfläche wachsen, und warum gleichgrosse Körperchen der gleichen Substanz in verschiedenen Flüssigkeiten und verschiedener Substanzen in der nämlichen Flüssigkeit ungleiche Bewegungen zeigen, da ja die chemische Beschaffenheit der Körperchen und der Flüssigkeit die bewegenden Kräfte verändern.

Was die übrigen Bewegungen der kleinsten Körperchen in einer Flüssigkeit betrifft, so lassen sich dieselben am besten beurtheilen, wenn, wie bei den Bewegungen in der Luft, die Frage erörtert wird, unter welchen Umständen die Körper schwebend erhalten bleiben. Da sie im Allgemeinen ein anderes spezifisches Gewicht besitzen als die Flüssigkeit, so müssen sie, wenn nicht besondere Ursachen hinzukommen, entweder fallen oder steigen. Man möchte zwar vielleicht meinen, dass ausserordentlich kleine Körperchen, die nur wenig schwerer sind als Wasser, von diesem wohl getragen werden möchten. Allein die Bedingung hiefür könnte doch nur die sein, dass der Unterschied im Gewicht nicht gross genug wäre, damit das Körperchen die Wassermolecüle, die sich seinem Sinken entgegenstellen, verschiebe. Dies ist jedoch nicht denkbar; denn da die Wassermolecüle in beständiger Ortsbewegung sich befinden, so ist auch in jedem Augenblick für einen

Körper, der ein noch so geringes Bestreben hat, sich nach einer bestimmten Richtung zu bewegen, die Gelegenheit gegeben, einen kleinen Schritt vorwärts zu thun. Nur wird es von seinem Gewicht, seiner Form und Grösse abhängen, ob er langsamer oder schneller sinkt.

Wenn wir uns bloss an Wasser und verdünnte wässerige Lösungen halten, da andere Flüssigkeiten ein geringes Interesse darbieten, so hat die grosse Mehrzahl kleinster Körperchen, die wir allenfalls darin antreffen, ein grösseres, nur wenige ein geringeres spezifisches Gewicht. Jene sind daher zum Sinken, diese zum Steigen geneigt.[1])

1) Schwerer als Wasser sind die mineralischen und die organisirten Substanzen. Leichter als Wasser sind von den Körperchen, die man unter dem Mikroskope zu sehen Gelegenheit hat, nur Fett und Wachs.

Einzelne lufttrockne Zellen können leichter sein als Wasser, wenn sie Luft in ihrer Höhlung enthalten. Benetzte, lebensthätige Zellen haben, da sie nie freies Gas in ihrem Innern ausscheiden, fast ohne Ausnahme ein grösseres spezifisches Gewicht; denn sie bestehen aus Wasser und aus Substanzen, die schwerer sind als Wasser. Bloss dünnwandige, mit Fett gefüllte Zellen könnten ein kleineres spezifisches Gewicht besitzen.

Vielzellige Complexe werden oft durch anhängende oder eingeschlossene Luft schwimmtüchtig, wie wir an grösseren oder kleineren Wasserpflanzen beobachten. Verbände von Sprosshefezellen steigen in einer zuckerhaltigen Flüssigkeit auf, getragen von der Kohlensäure, die sie durch ihre Gärthätigkeit gebildet haben, und sinken, wenn sie an der Oberfläche ihre Schwimmblase verloren haben, wieder auf den Grund. Man kann selbst in einem Glas mit schwachgärender Flüssigkeit Flocken beobachten, welche in langsamem Tempo abwechselnd steigen und fallen, ohne die Oberfläche und den Grund der Flüssigkeit zu erreichen und ohne dass sich ein Gasbläschen ablöst. Die tragende Gasmasse vermehrt sich nämlich beständig durch Gärung und vermindert sich ebenfalls beständig durch den Uebergang von Kohlensäure in die Flüssigkeit; — in den unteren kohlensäurereicheren Schichten der Zuckerlösung ist der Zuwachs, in den oberen kohlensäureärmeren Schichten ist der Verlust an freiem Gas beträchtlicher.

Digitized by Google

Um die einen und anderen schwebend zu erhalten, bedarf es der nämlichen Mittel, die aber selbstverständlich in entgegengesetztem Sinne wirken müssen.

Eines dieser Mittel sind, in gleicher Weise wie beim Schweben in der Luft, Wasserströmungen, welche mit ihrer verticalen Componente dem positiven oder negativen Gewichtsüberschuss des Körperchens über ein gleiches Volumen Flüssigkeit das Gleichgewicht halten. Für jeden einzelnen Fall lässt sich berechnen, welche Geschwindigkeit diese senkrechte Strömung haben muss

Aus der allgemeinen Formel $v = \sqrt{2\,g\,h}$ erhält man die zum Tragen eines schweren Körpers in einer Flüssigkeit erforderliche aufsteigende Geschwindigkeit

$$v = \sqrt{2\,g\,h \frac{(\gamma_1 - \gamma)}{\gamma}},$$

wenn γ_1 das spezifische Gewicht des Körpers und γ das

Es giebt noch eine andere Ursache, welche einzelne Zellen oder vielzellige Complexe zwar nicht im Wasser steigen macht, aber doch, wenn sie einmal an der Oberfläche desselben sich befinden, daselbst schwimmend erhält. Dies ist die Nichtbenetzbarkeit der Zellmembran, welche in Folge von Cuticularisirung (Verkorkung) eintritt. In dieser Weise bleiben Schwärmzellen an der Oberfläche des Wassers hängen und keimen daselbst. Die Kahmhautpilze (Saccharomyces mesentericus) und viele Spaltpilze bilden eine oberflächliche Haut. Selbst die zolldicken Kuchen der Essigmutter werden durch die unbenetzte obere Seite getragen, wie man sich durch passend angestellte Versuche überzeugen kann; benetzt man diese Seite oder taucht man den die Glaswandung nicht berührenden Gallertkuchen etwas unter, so sinkt er langsam auf den Grund. Dieses Sinken tritt auch bei den aus andern Pilzen bestehenden Membranen ein, die man untertaucht, so lange sie noch wenig cuticularisirt sind. Ist der Verkorkungsprocess aber weiter fortgeschritten, so kommen sie nach dem Untertauchen wieder an die Oberfläche, weil eine dünne Luftschicht der Zellmembran anhängt, und sinken erst, nachdem man diese Luftschicht entfernt hat.

spezifische Gewicht der Flüssigkeit ausdrückt.[1]) Ist die Flüssigkeit Wasser, so hat man $v = \sqrt{2\,g\,h\,(\gamma_1 - 1)}$.

Es müssen dabei übrigens die nämlichen Verhältnisse berücksichtigt werden wie beim Schweben in der Luft. Wenn auch im Allgemeinen die auf den horizontalen Querschnitt berechnete mittlere Höhe (h) allein in Betracht zu ziehen ist, so hat doch auch die Grösse und Gestalt des horizontalen Querschnittes so wie die Modellirung der abwärts und der aufwärts gekehrten Oberfläche grösseren oder geringeren Einfluss auf die erforderliche Geschwindigkeit und wenn es sich um verschiedene Flüssigkeiten handelt, so ist auch der Grad ihrer Zähigkeit von Belang.

Die Geschwindigkeit, die ein aufsteigender Wasserstrom haben muss, um einen Körper gerade schwebend zu erhalten, ist auch die constante Geschwindigkeit, die er beim Fallen im Wasser annimmt. Ist von mikroskopischen Körperchen von bekannter Gestalt und Grösse diese constante Fallgeschwindigkeit ermittelt, so kann unter bestimmten Voraussetzungen daraus das spezifische Gewicht berechnet werden.

Ein besonderes Interesse gewährt es, zu wissen, welche Bewegungen in einer Flüssigkeit nothwendig sind, damit dieselbe von Staubkörperchen getrübt bleibe, und welcher Zeit es bedürfe, damit sie bei vollkommener Ruhe durch Absetzen sich kläre. Es versteht sich, dass beide Grössen im umgekehrten Verhältniss zu einander stehen, und dass die erforderliche Bewegung, welche die Trübung constant erhält, um so geringer ist, je kleiner und spezifisch leichter die Körperchen sind. Um eine Vorstellung von den nume-

1) Um einen spezifisch leichteren Körper schwebend zu erhalten, bedarf es der absteigenden Geschwindigkeit $v = \sqrt{2\,g\,h\,\frac{(\gamma - \gamma_1)}{\gamma}}$.

Digitized by Google

rischen Grössen zu erhalten, will ich als Beispiel Spaltpilze und Stärkekörner anführen, unter der Voraussetzung, dass dieselben sich wie grössere Körper verhalten.

Die kleinsten Spaltpilze haben im benetzten Zustande einen Durchmesser von etwa 0,5 mik., also eine mittlere Höhe (h) von 0,333 mik. Das spezifische Gewicht der imbibirten Spaltpilze (γ_1) beträgt im Mittel etwa 1,1. Also ist v = 0,0814 cm. Damit das Wasser getrübt bleibe, müssten die Strömungen in demselben derartig sein, dass die vertical aufsteigende Componente hin und wieder die Geschwindigkeit von 0,08 cm in der Secunde überschreitet und in Folge dessen die sich absetzenden Pilze wieder in die Höhe führt.

In vollkommen ruhigem Wasser würden demnach diese Spaltpilze eine constante Fallgeschwindigkeit von 0,08 cm. in der Secunde annehmen, und eine getrübte Wassermasse von 1 m Höhe würde sich durch Absetzen vollständig in 1250 Secunden oder in 21 Minuten klären.

Zu den feinsten Stärkemehlsorten gehören solche, deren Körner im benetzten Zustande 2 mik. gross sind. Nehmen wir sie als kugelig an, so beträgt die mittlere Höhe (h) 1,333 mik. Das spezifische Gewicht (γ_1) beträgt ziemlich 1,3. Also ist v = 0,28 cm. Das Wasser bliebe somit getrübt, wenn die vertical aufsteigende Geschwindigkeitscomponente der Strömungen hin und wieder grösser ist als 0,28 cm in der Secunde, und eine vollkommen ruhige Wassermasse von 1 m Höhe würde durch Absetzen in 357 Secunden oder in 6 Minuten klar.

Die Folgerungen für Spaltpilze und Stärkekörner gelten für die gemachten Voraussetzungen, dass das Wasser absolut in Ruhe (d. h. ohne Massenbewegung) sei, dass die Körperchen keine Eigenbewegung besitzen und sich rücksichtlich des Sinkens in einer Flüssigkeit wie grosse Körper verhalten. Die erstere Bedingung wird zwar nie eintreffen,

Digitized by Google

indem ungleichseitige Erwärmung, Verdunstung an der Oberfläche und Erschütterung immer schwache Strömungen zur Folge haben, und daher das Absetzen verzögern. Der letztere Umstand muss aber jedenfalls von bemerkbarem Einflusse sein.

Wie wir gesehen haben, unterliegt das Steigen und Fallen kleinster Körperchen in der Luft anderen Bedingungen, als die nämlichen Bewegungen grosser Körper, weil jene einen anhängenden Luftmantel von merkbarer Dicke besitzen und einen bemerkbaren Reibungswiderstand erfahren. Ebenso müssen die Körper in einer Flüssigkeit, zu der sie Adhäsion zeigen, selbstverständlich zunächst mit einem Mantel von ruhenden und weniger bewegten Flüssigkeitsmolecülen umgeben sein. Derselbe würde aber nach dem, was man jetzt darüber weiss, eine äusserst geringe Mächtigkeit haben. Denn nach Quincke wirkt ein fester Körper auf Wasser in bemerkbarer Weise nur bis zu einer Entfernung von 0,000005'5 mm, so dass der Mantel etwa aus 150 Wassermolecülschichten bestände.

Wenn diese Grösse uns die Mächtigkeit des bei den Bewegungen kleinster Körperchen zur Geltung kommenden Flüssigkeitsmantels angeben sollte, so würde durch denselben der Durchmesser des wirksamen Querschnitts bei den kleinsten Spaltpilzen (von 0,0005 mm Grösse bei kugeliger Gestalt) bloss um $^1/_{50}$ und der wirksame Querschnitt selbst um $^1/_{25}$ vergrössert.

Im Wasser muss aber, wenn auch der Flüssigkeitsmantel sehr dünn ist, der Reibungswiderstand, im Vergleich mit der Luft, um so grösser ausfallen, und es lässt sich zum Voraus sagen, dass der letztere die Hauptursache für das langsamere Fallen kleinster Körperchen und für das Getragenwerden durch schwächere aufsteigende Strömungen sein wird. Bestimmte Vorstellungen darüber müssen auf experimentellem Wege gewonnen werden.

Die bisher betrachteten Umstände, welche auf das Schweben der Staubkörperchen in einer Flüssigkeit und auf das Absetzen derselben Einfluss haben, sind dieselben, welche die Bewegungen in der Luft bedingen, nämlich die Grösse, das Gewicht und der Mantel der Körperchen, dann die Strömungen in der Flüssigkeit und die Reibungswiderstände. Ausser der verschiedenen Zähigkeit der Flüssigkeiten, die bei den Gasen nicht in Betracht kommt, tritt dann bei den Flüssigkeiten noch eine andere Ursache auf, welche möglicher Weise die Bewegungen kleinster Körperchen wesentlich modifizirt. Es ist dies die Molecularanziehung zwischen der Flüssigkeit und den darin befindlichen Körperchen, welche immer besteht, wenn Benetzung stattfindet.

Diese Molecularanziehung ist es auch, welche neben den fortschreitenden Bewegungen der Flüssigkeitsmolecüle die löslichen Stoffe in Lösung bringt und darin erhält, indem sie durch den Ueberschuss wirkt, welchen die Anziehung (f . s) zwischen Flüssigkeit (f) und Substanz (s) über die Summe der Anziehungen zwischen den gleichartigen Molecülen (f . f + s . s) voraus hat. Die Wirksamkeit der Molecularanziehung wird vorzüglich deutlich durch den Umstand, dass die einen Substanzen in gewissen Flüssigkeiten (z. B. in Wasser) löslich sind, nicht aber in anderen (z. B. in Alkohol), während andere Substanzen das umgekehrte Verhalten zeigen.

Wie die molecularlöslichen Substanzen verhalten sich, rücksichtlich des Zustandekommens der Lösung, auch die micellarlöslichen. Es besteht nur insofern ein Unterschied, dass die micellaren Lösungen[1]) unter übrigens analogen Umständen wegen der beträchtlichen Grösse der Micelle, die aus Hunderten und aus vielen Tausenden von Mole-

1) Vgl. Theorie der Gärung. Abh. d. k. Ak. d. Wiss. XIII. Bd. II. Abth. 158 (84) und 177 (103). — Separatausgabe S. 97 u. 121.

cülen zusammengesetzt sein können, schwieriger zu Stande kommen.

Vergleichen wir nun mit einer micellaren Lösung eine durch kleinste Staubkörperchen getrübte Flüssigkeit, so sind in beiden die nämlichen Kräfte vorhanden; nur sind diese Körperchen abermals viel grösser und schwerer als die Micelle. Die kleinsten Stäubchen (Spaltpilze von 0,5 mik. Grösse) mögen im benetzten Zustande etwa 50000 bis 100000 mal die Grösse und das Gewicht der mittleren Micelle von Stärke, Cellulose oder Eiweiss übertreffen.

Man könnte somit aus der beträchtlichen Grösse der Staubkörperchen sogleich den Schluss ziehen wollen, dass dieselben durch Molecularanziehung überhaupt nicht suspendirt erhalten bleiben können, da ja schon viele Micellarsubstanzen nicht in Lösung gehen. Eine genauere Betrachtung zeigt aber, dass die Vertheilung der Micelle als Lösung und die Suspension der Staubkörperchen als Trübung, obgleich bei beiden die nämlichen Kräfte wirksam werden, doch auf wesentlich verschiedenen Umständen beruhen.

Die Micellarlösung kommt, wie die Molecularlösung, dann zu Stande, wenn die Anziehung des Micells zu den andern Micellen einer festen Substanz überwunden wird durch die Anziehung des Micells zur Flüssigkeit und durch die dem Micell schon eigenthümlichen und durch die Stösse der Flüssigkeitsmolecüle gesteigerten Bewegungen, welche das Bestreben haben, es loszureissen.

Was die Anziehungen des Micells einerseits zur Flüssigkeit, anderseits zu den übrigen Micellen betrifft, so sind beide wesentlich Functionen der Oberfläche.[1]) Bei der

1) Dies gilt selbst für den unwahrscheinlichen Fall, dass die oberflächlichen Molecüle des Micells keine andern Kräfte entwickeln als die innerhalb der Oberfläche befindlichen, weil die Summation der Kräfte

Digitized by Google

Anziehung zur Flüssigkeit (diese Anziehung sei für die Flächeneinheit mit F bezeichnet) wirkt die ganze Oberfläche des Micells (O); ihre Wirkung ist durch O . F ausgedrückt. Bei der Anziehung (K für die Flächeneinheit) zwischen zwei polyedrischen Micellen einer Substanz kommen nur die entsprechenden Seiten (S) zur Geltung; ihre Wirkung ist durch S . K ausgedrückt. Dabei kann es sich nur um die grössten Seiten handeln, weil sie die stärkste Anziehung bedingen.

Da die Differenz der einander widerstrebenden Kräfte den Ausschlag giebt, so haben die beiden Micelle das Bestreben, verbunden zu bleiben, so lange S . K — O . F einen positiven Werth darstellt. Wird der Werth negativ, so trennen sie sich von einander und gehen in Lösung. Wenn die Micelle von ungleichen Dimensionen gleiche Gestalt besitzen, so bleibt das Verhältniss von S und O dasselbe, und es besteht zwischen grossen und kleinen Micellen kein Unterschied in dem Bestreben sich von einander loszulösen. Gewöhnlich wird aber die polyedrische Gestalt kleiner und grosser Micelle einer Substanz ungleich sein. Sind beispielsweise die kleinen Micelle kubisch und werden sie beim Wachsthum mehr tafelförmig, so müssen sie in dem letzteren Zustande der lösenden Flüssigkeit einen viel stärkeren Widerstand entgegensetzen.

In ähnlicher Weise muss es, wie ich glaube, erklärt werden, warum grössere Micelle der gleichen Substanz schwieriger in den gelösten Zustand übergehen als kleinere, — eine Thatsache, die uns besonders deutlich bei den verschiedenen Modificationen der Stärke (farblose Stärke, blaue Stärke, Amylodextrin, Dextrin) entgegentritt. Der positive Werth des Ausdruckes S . K — O . F ist bei grösseren

---

diskreter Punkte für die Oberfläche ein um so grösseres Uebergewicht ergiebt, je geringer die Entfernungen sind.

Micellen aus zwei Gründen beträchtlicher als bei kleineren, einmal weil die grösseren Micelle mehr von der isodiametrischen Gestalt abweichen und damit einzelne grössere Anziehungsflächen gewinnen, ferner weil mit dem Grösserwerden die Micelle ihre ursprüngliche rundliche Form immer mehr in eine streng polyedrische umwandeln.

Man könnte die schwierigere Löslichkeit von Substanzen mit grösseren Micellen auf Rechnung des beträchtlicheren Micellargewichtes setzen wollen. Allein dies würde mir unstatthaft erscheinen. Das Gewicht der Micelle kann ja gegenüber den Molecularkräften gar nicht in Betracht kommen; und wenn man etwa schon geglaubt hat, die Lösung bezeichne den Zustand, in welchem das Gewicht der Salzmolecüle durch die Anziehung der Wassermolecüle überwunden sei, so trifft dies weder für die molecularen noch selbst für die micellaren Lösungen zu, und wir sehen auch an coagulirenden Eiweiss- oder an gelatinirenden Leim- und Pectinlösungen, dass, bei grösserer Concentration der Lösung, die Micelle sich fest verbinden, ohne im Wasser niederzusinken, indem das Wasser von den Micellverbänden eingeschlossen wird.

Ganz anders als die in Lösung gehenden Micelle verhalten sich die Staubkörperchen bei ihrer Suspension in einer Flüssigkeit. Die letzteren haben nämlich im Allgemeinen eine unregelmässige Gestalt und unterscheiden sich dadurch von den regelmässig polyedrischen Micellen. Sie können daher nur mit einzelnen Stellen von geringer Ausdehnung, oft nur mit einzelnen Punkten sich berühren. In Folge dessen ist die Grösse S . K sehr gering und steht hinter der Grösse O . F weit zurück. In der That legen sich die Staubkörperchen, wenn sie aus einer Flüssigkeit sich niederschlagen, nicht zu einer festen Masse an einander wie die Micelle, sondern sie bleiben getrennt. Bei ihnen ist es nur das Gewicht, welches der Suspension entgegen-

Digitized by Google

wirkt. Dasselbe ist proportional der Masse, oder wenn es sich um die gleiche Substanz handelt, proportional dem Volumen.

Wir können also die Kraft, welche die Staubkörperchen zum Absetzen bringt mit $R^3 (\gamma_1 - \gamma)$ bezeichnen (wenn γ das spezifische Gewicht der Flüssigkeit, γ_1 das spez. Gew. der Körperchen und R ihren Radius bedeutet), die Kraft dagegen, welche sie in einer Flüssigkeit vertheilt und suspendirt erhält, mit $R^2 . F$ (statt $O . F$). Ist die Differenz $R^2 . F - R^3 (\gamma_1 - \gamma)$, oder was auf das Nämliche herauskommt, $F - R (\gamma_1 - \gamma)$ positiv, so bleiben die Körperchen suspendirt; wird der Ausdruck negativ, so setzen sie sich ab. Bei spezifisch leichteren Körperchen entscheidet die Differenz $F - R (\gamma - \gamma_1)$.

Hieraus folgt, dass die Staubsubstanzen, die sich mit einer Flüssigkeit benetzen, bei verschiedenen Graden der Verkleinerung sich ungleich verhalten. Für jede gibt es in der Stufenreihe der Verkleinerung eine Grenze, wo der Umschlag eintritt. Sinken die Staubkörperchen in ihren Dimensionen unter diese Grenze, so bleiben sie suspendirt; sind dieselben grösser, so fallen sie zu Boden. Diese Grenze der Verkleinerung wird aber nur von wenigen Substanzen erreicht, so beim Bor und beim Schwefel, welche in der feinsten Vertheilung eine Flüssigkeit constant trüben. Solche suspendirte Körperchen sind aber immer noch mehr wie 10 mal grösser (im Durchmesser) als Micelle, die keine Lösung zu bilden vermögen.

Man hat also dreierlei Zustände zu unterscheiden, in denen die von der Flüssigkeit ausgeübte Molecularanziehung eine gleichmässige und constante Vertheilung von fremden Substanzen bewirkt: die Moleculärlösung, in welcher die gegenseitige Anziehung der einzelnen Substanzmolecüle, die Micellarlösung, in welcher die gegenseitige Oberflächenanziehung der polyedrischen Micelle und die Trüb-

ung durch Stäubchen, bei welcher das Gewicht der Körperchen überwunden wird. — Das Verhältniss dieser Molecularanziehung zu derjenigen, welche das Tanzen der Staubkörperchen und ohne Zweifel auch ein viel lebhafteres Tanzen der unsichtbaren Micelle verursacht, bleibt vor der Hand fraglich. Die eine und die andere werden aber ohne Zweifel durch verschiedene Molecularkräfte bewirkt.

Bezüglich der Trübung durch suspendirte Staubkörperchen bemerke ich noch, dass dabei vollkommene Ruhe der Flüssigkeit von Strömungen vorausgesetzt wird. Ist diese Ruhe gegeben, so werden sich die Körperchen, deren Grösse die für die Suspension erforderliche Grösse nur wenig überschreitet, sehr langsam absetzen. Sind aber auch nur geringe Strömungen vorhanden, so wird die Flüssigkeit beständig getrübt bleiben. Das Absetzen geht ferner um so langsamer vor sich, je mehr die Zähigkeit der Flüssigkeit demselben entgegenwirkt.

Ein Beispiel, in welchem die Trübung sehr lange erhalten bleibt, giebt uns die Milch. Dieselbe zeigt uns überdem deutlich die Wirkung der Molecularanziehung. Die Fettkügelchen sind nicht übermässig klein, der Unterschied zwischen ihrem spezifischen Gewicht und dem der Caseinlösung ist nicht unbedeutend und die micellare Lösung hat keine sehr grosse Zähigkeit. Das so äusserst langsame Absetzen des Fettes als Rahm an der Oberfläche wäre aus den angeführten Ursachen nicht erklärlich, wenn das Fett seiner Natur entsprechend im Wasser unbenetzt bliebe. Da nun aber die Butterkügelchen mit Caseinhüllen umgeben sind, so kommt die starke Molecularanziehung zwischen den letzteren und dem Wasser zur Wirksamkeit und verhindert das Steigen der Kügelchen. Jedes Mittel, welches die Hüllen zerstört, befördert das Aufrahmen der Milch.

III. Uebergang von einem Medium in das andere.

Nachdem ich die Bewegungen der Staubkörperchen innerhalb der Luft und des Wassers betrachtet habe, frägt es sich noch, wie sie von einem Element in das andere gelangen. Ihr Uebergang von Luft in Wasser, in das sie hinunterfallen, von Wasser auf einen festen Körper, auf dem sie beim Verdunsten des Wassers zurückbleiben, und von einem festen Körper wieder in Wasser, indem das Wasser ihre Adhäsion lockert und sie bei hinreichender Bewegung fortführt, bedarf keiner Besprechung. Dagegen muss der Uebergang der Staubkörperchen aus einer Flüssigkeit, dann von der trocknen Oberfläche eines festen Körpers auf dem sie angetrocknet sind, endlich von der trocknen Oberfläche, auf welcher sie trocken angeflogen sind, in die Luft, sowie das Anfliegen selbst erörtert werden.

Alle die zahlreichen in der Atmosphäre herumfliegenden Staubkörperchen waren ursprünglich Theile von festen Körpern oder in einer Flüssigkeit befindlich; alle Spaltpilze sind in wässerigen Lösungen entstanden. Es ist daher von besonderer Wichtigkeit zu untersuchen, unter welchen Umständen sie aus einer Flüssigkeit in die Luft gelangen. Die theoretische Lösung dieses Problems lässt sich nur auf dem Wege erreichen, dass wir untersuchen, welche der bekannten Kräfte und Bewegungen dabei wirksam sein können, — und in dieser Beziehung bieten sich uns nur zwei Möglichkeiten dar, einerseits die molecularen Kräfte und Bewegungen, anderseits die Massenbewegungen.

Die erste Frage betrifft den Uebergang der Staubkörperchen aus dem Wasser oder von einer benetzten Oberfläche in die Luft, und hier handelt es sich einmal darum, ob moleculare Kräfte und Bewegungen denselben zu verursachen vermögen. Man kann dabei an die Analogie der

Verdunstung denken, bei welcher nicht bloss die Molecüle der Flüssigkeiten sondern auch die Molecüle von flüchtigen Stoffen, die darin gelöst sind, in die Atmosphäre übergehen. Man hat wirklich kleinste Körperchen, nämlich Spaltpilze, mit dem Wasser verdunsten lassen, indem man ohne Zweifel von der dunkeln Vorstellung ausging, dass Stäubchen von geringstem Gewicht sich wohl verhalten möchten, wie die viele Millionen mal leichteren Molecüle. Man ist ja gerne geneigt, wenn die Dimensionen unter die Grenze des dem blossen Auge Sichtbaren hinuntergehen, auch für das Unterscheiden derselben eine Grenze eintreten zu lassen.

Beim Verdunstungsprocess überwinden von den durcheinander wogenden Molecülen der Flüssigkeit einzelne, die mit der grössten in der Flüssigkeit möglichen Geschwindigkeit senkrecht auf die Oberfläche sich bewegen, die Adhäsion und trennen sich los. Die Stösse der viel schneller sich bewegenden Luftmolecüle mögen bei diesem Process schon mitwirken, wie sie nachher die gesteigerte Geschwindigkeit der verdunsteten Molecüle bedingen.

Von allen Verbindungen, welche die Bestandtheile von Flüssigkeiten bilden, sind es aber nur gewisse, welche in die Luft übergehen können, und die man desswegen als flüchtige bezeichnet. Die nicht flüchtigen Verbindungen verlassen in keiner mit unsern jetzigen Hilfsmitteln nachweisbaren Menge die Flüssigkeit, und da die Waage ausserordentlich kleine Gewichtsmengen anzuzeigen vermag, so darf man vielleicht ihre Nichtflüchtigkeit für bestimmte Temperaturen als eine absolute Eigenschaft ansehen.

Der Unterschied zwischen den flüchtigen und nicht flüchtigen Stoffen wird nicht durch das Moleculargewicht, sondern durch andere moleculare Eigenschaften, nämlich durch die ungleiche Anziehung der Flüssigkeitsmolecüle untereinander und durch ihre ungleichen Bewegungszustände

Digitized by Google

(da eine Anziehung zu den Molecülen der Atmosphäre nicht statt hat) bedingt.

Die Stoffe, welche Micelle bilden, sind nicht flüchtig; die micellar-löslichen Substanzen, Gummi, Dextrin, Pectin, Eiweiss, Leim verdunsten erfahrungsgemäss nicht. Alle Staubkörperchen bestehen ebenfalls aus nicht flüchtigen Verbindungen und, insofern sie organisirt sind, aus Micellen. Sie können also schon aus diesem Grunde nicht durch die Verdunstungskräfte in die Luft entweichen. Ueberdies lässt auch ihr verhältnissmässig grosses Gewicht ein solches Entweichen nicht zu. Die kleinsten Spaltpilze z. B., die im Wasser einen Durchmesser von 0,5 Mik. besitzen, sind etwa zweihundert Millionen mal schwerer als ein Molecül des nicht flüchtigen Traubenzuckers und sie haben im Wasser überdem eine ihrer Oberfläche entsprechende grössere Anziehung zu Wasser und eine ihrem Gewichte entsprechende geringere Bewegung (wenn wir nur die von den Molecularkräften verursachte Geschwindigkeit berücksichtigen und von der ihnen allfällig zukommenden Eigenbewegung absehen).

Nach den früheren Erörterungen ist es auch selbstverständlich, dass die einzelnen Stösse der Luftmolecüle auf ein etwas aus der Flüssigkeit auftauchendes Staubkörperchen dasselbe nicht loszutrennen vermögen. Denn abgesehen davon, dass sie im Allgemeinen das Körperchen bloss in die Flüssigkeit zurückstossen würden, wäre die dem kleinsten Spaltpilz (von 0,5 Mik. Durchmesser) durch einen solchen Molecularstoss ertheilte Geschwindigkeit, ohne Berücksichtigung der in der Flüssigkeit gegebenen Hindernisse, noch weniger als 0,001 mm in der Secunde.

Nachdem festgestellt ist, dass die molecularen Kräfte und Bewegungen nicht im Stande sind, Staubkörperchen aus dem Wasser loszureissen, muss noch die Frage erörtert werden, ob dies vielleicht durch Massenbewegungen erreicht

wird. Man möchte ja vielleicht die Meinung hegen, dass in dieser Beziehung die in der Flüssigkeit befindlichen Staubkörperchen sich anders verhalten als die Molecüle. Die fraglichen Massenbewegungen könnten aber nichts anderes sein als Luftströmungen, weil die Flüssigkeit als in verhältnissmässiger Ruhe befindlich vorausgesetzt wird.

Die Staubkörperchen müssen, damit die Luftströmungen auf sie einwirken können, etwas über den Wasserspiegel emportauchen. Dies lässt sich nur von Zellen, die entweder mit Eigenbewegung oder mit einer cuticularisirten Membran begabt sind, voraussetzen, und es ist daher die Frage von Belang, wie weit wohl solche Zellen unter den günstigsten Umständen über die Oberfläche vortreten.

Was zuerst die Eigenbewegung betrifft, so erscheint dieselbe bei starker mikroskopischer Vergrösserung zwar sehr lebhaft, beträgt aber doch in keinem Falle mehr als 0,3 mm in der Secunde. Berücksichtigt man diese geringe Bewegungsgrösse und die bedeutenden entgegenwirkenden Molecularkräfte, welche in der Anziehung der Zellenoberfläche zu allen Wassermolecülen und in der Oberflächenspannung der Flüssigkeit wirksam sind, so sieht man leicht ein, dass die spezifisch schwerere Zelle, auch wenn sie senkrecht auf die Oberfläche des Wassers stösst, gewiss lange nicht zur Hälfte über dieselbe vortreten kann.

Was ferner die Cuticularisirung der Zellmembran betrifft, so werden die im Wasser befindlichen Zellen nur an der Seite, mit der sie die Oberfläche berühren, verkorkt und benetzungsunfähig; sie ragen nur wenig über dieselbe empor. Dagegen mögen Sporen, die sich in diesen oberflächlichen Zellen (von Spross- und Spaltpilzen) bilden, überall verkorkt sein. Aber ihre Verkorkung und die Benetzungsunfähigkeit ist jedenfalls nur gering, wie sich schon aus dem Umstande ergiebt, dass sie beim Untertauchen auf den Boden sinken. Es ist aber auch der

Digitized by Google

unwahrscheinliche Fall zu berücksichtigen, dass sie, wie in der Luft gebildete Sporen, gänzlich unfähig seien, sich zu benetzen, in welchem Falle sie in einem kleinen Meniscus auf dem Wasser lägen.

Die Luftströmungen, die auf solche mehr oder weniger über das Wasser vortretende Zellen wirken, kommen direkt bloss von oben oder streichen höchstens parallel der Oberfläche hin, und drücken, da sie keine nach oben wirkende Componente haben, die Zelle im Allgemeinen nur in die Flüssigkeit nieder. Wenn es sich um grosse, senkrecht über eine Wasserfläche sich erhebende Körper handelte, so könnten dieselben durch einen von der Oberfläche zurückgeworfenen und somit aufsteigenden Luftstrom oder auch durch einen Wirbelwind emporgehoben werden. Bei einem mikroskopisch kleinen Körperchen ist dies nicht möglich, da es keine Luftstösse oder Wirbel von mikroskopisch beschränktem Querschnitt giebt.

Es können daher von einer Wasseroberfläche keine Staubkörperchen, auch keine noch so kleinen Spaltpilze, selbst von den heftigsten Luftströmungen, weggeführt werden, insofern die Wasseroberfläche selbst intakt bleibt. Dagegen tragen Stürme von einer solchen Oberfläche, die sie in Bewegung setzen, grössere oder kleinere Wassermassen und mit denselben auch alle darin befindlichen Staubkörperchen fort. Ebenso können durch andere Bewegungen, wie z. B. durch aufsteigende, an der Oberfläche platzende Gasblasen, kleine Wassertropfen mit den darin eingeschlossenen Stäubchen weggeschleudert werden.

Benetzte Körper verhalten sich im Wesentlichen wie Flüssigkeiten. Von denselben werden benetzte und durch Molecularkräfte festgehaltene Staubkörperchen nicht fortgeweht, es wäre denn, dass der Sturm ganze Partien der Flüssigkeit los zu reissen vermöchte.[1])

---

1) Es muss daher, wie ich es in den „Niederen Pilzen" gethan

sie fortgeführt werden, auch sehr ungleich ausfallen. Ich will daher nur ein bestimmtes Beispiel, nämlich die Spaltpilze berücksichtigen, da die Verbreitung derselben in die Atmosphäre ein hervorragendes Interesse gewährt.

Wenn das Wasser organische, nicht crystallisirende Verbindungen gelöst enthält, so zeigen die Spaltpilze nach dem Eintrocknen, da sie schon an und für sich ziemlich fest anhaften, nach der Menge und Beschaffenheit der Klebsubstanzen eine Reihe von Adhäsionsgraden, von denen auch die geringsten mit Leichtigkeit die Gewalt der stärksten Luftstösse aushalten. Denken wir uns eine Mücke mit Leim oder Gummi an eine Wand gepappt und noch mit einer dünnen Schicht von Leim oder Gummi überzogen, so haben wir im Grossen ein Bild von dem, was der Spaltpilz im Kleinen zeigt. Der letztere vermag aber einem viel heftigeren Angriff zu widerstehen als die Mücke, weil die Angriffsfläche um das Millionenfache kleiner und weil für ihn überdem ein Schutz in dem Luftmantel gegeben ist. — Die Mücke würde, wenn eine Wiederbenetzung ausbliebe, nach längerer Zeit doch etwas gelockert, weil die Klebmasse mit dem Wechsel der Temperatur sowie mit dem temporär eintretenden schärferen Austrocknen kleine Sprünge bekommt, die sich mit der Zeit erweitern. Für den angepappten Spaltpilz ist diese Gefahr viel geringer, da seine Klebmasse eine viel dünnere Schicht bildet, und für ihn besteht eine Aussicht, unter den angegebenen Verhältnissen in die Luft entführt zu werden, bloss für den Fall, dass irgend eine mechanische Aktion zu Hülfe kommt.

Ebenso verhält es sich, wenn grössere Mengen von Spaltpilzen mit Klebstoffen eintrocken. Selbst bei scharfem Austrocknen bilden sich in der immerhin dünnen und unhomogenen Masse kaum Risse, und dieselben können nie ein Lostrennen einzelner Pilze zur Folge haben. Nur wenn auf mechanischem Wege die angeklebte Masse in ein Pulver

Digitized by Google

verwandelt wird, vermögen mit den Splittern derselben die Pilze in die Luft zu gelangen, und es unterliegt gar keinem Zweifel, dass die grosse Mehrzahl der als Stäubchen herumfliegenden Spaltpilze diesen Ursprung hat.

Befinden sich aber die Spaltpilze in einer feuchten Atmosphäre, in der das Austrocknen nur unvollständig eintritt, oder enthält die Substanz, vermittelst welcher sie festkleben, eine Verbindung, die eine grosse Verwandtschaft zu Wasser hat und feucht bleibt, so sind sie für immer vor dem Entführen durch einen Luftstrom bewahrt. Dieses Schicksal haben beispielsweise diejenigen Spaltpilze, die an der Oberfläche eines von Zeit zu Zeit durch Auswurfsstoffe verunreinigten Bodens sich befinden. Die organischen Verbindungen des Harns, des Koths, des Küchenspülwassers bilden ein vorzügliches Klebmittel, welches auf einem nicht sehr trockenen Boden längere Zeit zähe bleibt.

Ich habe bis jetzt angenommen, dass die mit einem Klebstoff angetrockneten Spaltpilze entweder gar nicht oder dann wieder mit einer den nämlichen Klebstoff enthaltenden Flüssigkeit benetzt werden. Tritt dagegen Benetzung durch reines Wasser, z. B. durch Regen- oder Brunnenwasser ein, so können die Klebstoffe ausgewaschen werden, und die Spaltpilze zeigen dann das nämliche Verhalten, als ob sie aus reinem Wasser angetrocknet wären. Es ist daher noch zu untersuchen, welche Wahrscheinlichkeit für das Wegführen von Spaltpilzen besteht, die aus Flüssigkeiten ohne wirksame Mengen von Klebstoffen antrocknen. Eine solche Flüssigkeit ist im Allgemeinen das Wasser der Flüsse, Seen, Sümpfe, sowie das Grundwasser. Die organischen Nährstoffe sind hier humussaures Ammoniak, vielleicht auch Ammoniaksalze von andern organischen Säuren und vielleicht einfache, Kohlenstoff und Stickstoff enthaltende Verbindungen.

An der Erdoberfläche, an Steinen und Pflanzen, die

bei Ueberschwemmungen und hohem Stand des Sumpfwassers, ebenso an den Bodentheilen, die bei hohem Grundwasserstande bespült werden, bleiben nach dem Sinken des Wassers Spaltpilze zurück und trocknen fast ohne Klebstoffe ein. Weil auch die Unterlage, wie vorausgesetzt wird, solcher Stoffe entbehrt, so muss der erfolgende Adhäsionsgrad von der Beschaffenheit der Zellmembran abhängen. Da nun die einzelnen Pilze viel zu klein sind, um eine direkte Beobachtung zu gestatten, so kann auf ihr Verhalten nur aus dem Verhalten der morphologisch verwandten Algen sowie aus demjenigen ganzer Spaltpilzlager geschlossen werden.

Was die Algen betrifft, so haften die auf Stein, Holz oder ungeleimtem Papier angetrockneten Zellen um so besser, je dicker und weicher ihre Membranen sind, und solche mit schleimigen Membranen kleben, wie bereits bemerkt, so fest an, dass man sie mit einem Klebmittel nicht besser aufpappen könnte, während Zellen mit derben Membranen wenig oder gar nicht adhäriren.

Bei den Spaltpilzen scheinen, wie bei der verwandten Algengruppe der Nostochinen, alle Festigkeitsgrade in den Zellmembranen vertreten zu sein. Es lassen sich zwar nur die dicken schleimigen oder gallertartigen Membranen direct sehen, und Spaltpilze mit solchen Membranen kleben in ganzen Massen, auch wenn sie in reinem Wasser gewachsen sind, aufs Innigste dem Papier an. Aber schon die Essigmutter, deren Zellen zwar dicke aber ziemlich feste Häute haben, haftet weniger gut. Ueber die Beschaffenheit der äusserst dünnen Membranen, wie sie die meisten Spaltpilze haben, lässt sich im Einzelnen nichts Sicheres aussagen; und es ist bloss im Allgemeinen nach den analogen Erscheinungen wahrscheinlich, dass sie in allen Graden adhäriren.

Digitized by Google

Sollte aber auch die Adhäsion solcher aus einer Flüssigkeit ohne Klebstoffe angetrockneter Spaltpilze nur eine geringe sein, so werden sie überdem, wenn sie einzeln liegen, durch die ruhende verdichtete Luftschicht so bedeckt und geschützt sein, dass keine Luftströmung sie von einer freien Oberfläche wegzuführen vermag. Bloss von ganzen Flocken, die aus zahlreichen mit einander verbundenen Spaltpilzen bestehen, lässt sich allenfalls annehmen, dass dieselben, da sie mehr vorragen, zuweilen losgerissen werden.

Es ist drittens zu untersuchen, wie sich trocken angeflogene Staubkörperchen bezüglich des Wiederwegführens in die Luft verhalten, wobei natürlich vorausgesetzt wird, dass sie seit dem Anfliegen nie benetzt wurden, weil sie sonst den angetrockneten gleich wären. Solche Körperchen haben im Allgemeinen eine äusserst geringe Adhäsion zu der festen Oberfläche, an der sie sich befinden, weil sie dieselbe nur mit einer kleinen Stelle ihrer runden oder unregelmässigen Gestalt berühren. Doch ist die Adhäsion immerhin so gross, um nicht von dem Gewicht der Körperchen überwunden zu werden, da diese nicht bloss an einer glatten senkrechten Fläche nicht hinunterrutschen, sondern auch von einer horizontalen, abwärts schauenden Fläche nicht hinunterfallen.

Solche trocken angeflogene Körperchen werden von Luftströmungen leicht wieder fortgeführt, insofern sie nicht in dem ruhenden Luftmantel Schutz finden. Bei ihnen ist die Grösse und zwar der zur festen Oberfläche rechtwinklige Durchmesser von entscheidender Bedeutung, weil mit der Zunahme dieses Durchmessers jener Schutz geringer wird. Während kleine vereinzelte Körperchen starken Luftströmungen trotzen, werden grosse Körperchen oder flockenförmige Verbände kleiner Körperchen schon von viel

schwächeren Luftbewegungen fortgerissen. Man kann sich von dieser Thatsache leicht überzeugen, wenn man eine Glasplatte mit Stärkemehl bestreut, dieselbe mit dem Mikroskop betrachtet, dann einen Luftstrom darauf treffen lässt und nachher wieder beobachtet. Uebrigens hängt die Wirkung selbstverständlich von der Richtung des Stromes gegen die feste Oberfläche ab; eine mit derselben parallel gehende Luftbewegung lässt bestimmte Körperchen ruhig liegen, während eine schiefe Bewegung sie wegreisst.

Das Wegführen trocken angeflogener Staubkörperchen durch einen Luftstrom lässt sich in manchen Fällen am besten beurtheilen, wenn man beobachtet, unter welchen Umständen sie anfliegen. Denn es kann natürlicher Weise der bei einer bestimmten Luftbewegung angeflogene Körper nur losgerissen werden, wenn entweder die Luftbewegung bei gleicher Richtung stärker wird, oder wenn sie bei gleicher Stärke eine wirksamere Richtung annimmt. Ich will bezüglich des Anfliegens nur den einen Fall kurz besprechen, wie sich dasselbe in Kanälen gestaltet, weil dieser Fall gerade die wichtigste praktische Anwendung findet.

Lassen wir in einer cylindrischen und genau senkrecht stehenden Glasröhre einen Luftstrom, in welchem Staubkörperchen, z. B. Stärkekörnchen suspendirt sind, aufsteigen, so bedeckt sich die innere Röhrenwand nach und nach mit einem Anflug von Stärkemehl. Die Ursachen dieser Erscheinung sind leicht einzusehen. Die aufsteigende Luft hat bei verschiedenen Abständen von der Peripherie eine ungleiche Geschwindigkeit. Im Innern ist die Geschwindigkeit am grössten; sie nimmt nach der ruhenden Luftschicht, welche die Wandung überzieht, immer mehr ab. Aber diese Abnahme ist keine ganz regelmässige. Zerlegen wir den ganzen Luftcylinder in einzelne Strömungsfäden, so haben diese, und zwar schon wegen der beim

Digitized by Google

Ein- und Ausströmen eintretenden Unregelmässigkeiten, keinen vollkommen parallelen Verlauf, sondern es findet fortwährend das allmählige Uebertreten von Luftmassen aus einer Region des Querschnittes in eine andere statt. Verfolgt man eine dem blossen Auge deutlich sichtbare Stärkemehlflocke, so bemerkt man oft, dass dieselbe eine Strecke weit aufsteigt und dann wieder hinunterfällt, um später vielleicht wieder aufzusteigen. Nur ein innerer Luftcylinder vermag Körner und Flocken von einer bestimmten Grösse aufwärts zu tragen. In dem ausserhalb dieses Cylinders befindlichen Hohlcylinder sinken sie nieder. Treten sie aber noch näher an die Peripherie und kommen sie in die ruhende Luftschicht und in Berührung mit der Wandung, so bleiben sie fest sitzen.

In einer horizontal- oder schiefliegenden, im Uebrigen aber geraden und cylindrischen Glasröhre ist die Strömung zwar noch ziemlich regelmässig, aber es legt sich eine grössere Zahl von Staubkörperchen auf der unteren Seite des Hohlraums an. In cylindrischen gebogenen, in cylindrischen stellenweise erweiterten oder verengten Röhren, in solchen mit elliptischem Querschnitt wird das Absetzen noch ungleichmässiger und lässt auf ungleich vertheilte und unregelmässige Strömungen schliessen. Streicht die Luft durch Röhren mit sehr kleinem Querschnitt, so muss auch der in weiten Röhren unbewegliche Luftmantel zum grössten Theil strömen. In solchen engen Röhren setzen sich die Staubkörperchen viel weniger leicht an und werden, wenn sie einmal angeflogen sind, durch viel schwächere Luftströmungen weggeführt, als dies in weiten Röhren der Fall ist. Im Uebrigen müssen die Modalitäten dieser Erscheinungen durch eigens hiefür angestellte Versuche ermittelt werden.

Zum Schlusse halte ich es für zweckmässig, noch eine allgemeine Betrachtung über das Entweichen von Staubkörperchen aus einer porösen Substanz und zwar speziell der Spaltpilze aus dem Boden anzustellen, da bei diesem Vorgang die verschiedenen bis jetzt besprochenen Gesichtspunkte in Berücksichtigung kommen. — Der ganze Vorgang zerfällt in zwei Theile: das Ablösen der Pilze von den Bodentheilchen und der Transport derselben durch den Boden bis in die Atmosphäre.

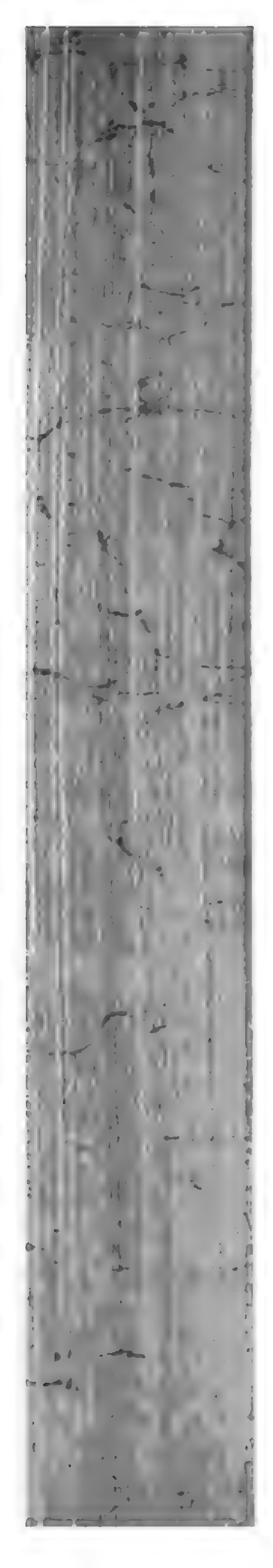
Die Spaltpilze bilden sich nur in einem benetzten Boden und können daraus, so lange die Benetzung andauert, von Luftströmungen noch weniger fortgeführt werden, als von einer freien Fläche. Trocknen sie mit einem Klebstoff an, der in einem durch Auswurfstoffe verunreinigten Boden immer enthalten ist, so sind sie jedenfalls, insoferne nicht eine mechanische Action das Ablösen und Verkleinern wirksam unterstützt, so lange festgebannt, bis der Klebstoff ausgewaschen oder zerstört ist. Ist das Letztere eingetreten, oder sind die Spaltpilze von Anfang an aus Wasser ohne Klebstoff angetrocknet, so ist die Frage, welchen Grad der Adhäsion sie durch ihre eigene Membran erlangt haben, und welchen Schutz ihnen der ruhende Luftmantel, der alle Bodentheilchen umgiebt, gewährt. Wenn man berücksichtigt, dass die Spaltpilze immer einigermassen adhäriren, und dass sie so klein sind, um von dem Luftmantel ganz eingehüllt zu werden, so könnte man vermuthen, dass die schwachen Luftströmungen des Bodens überhaupt keine in demselben angetrockneten Spaltpilze wegzuführen vermöchten.

Dies wäre indess ein irrthümlicher Schluss. Ebenso wie die Erfahrung uns zeigt, dass die Spaltpilze wirklich aus dem Boden herauskommen, giebt es auch einige Thatsachen, welche uns dieses Herauskommen unter gewissen Umständen als nothwendig voraussehen lassen. Einmal ist

Digitized by Google

zu berücksichtigen, dass in den engen Poren des Bodens oft beinahe der ganze Luftmantel sich in Bewegung setzen und daher auch die in diesen Poren angetrockneten Stäubchen leichter fortführen wird. Ferner werden sehr häufig die Pilze nicht einzeln, sondern in zusammenhängenden Gruppen an den Bodentheilchen haften. Die Spaltpilze haben nämlich die Neigung, an der Oberfläche von Flüssigkeiten dünne Häute zu bilden. Diess wird auch im Boden der Fall sein. Füllt das Wasser einen capillaren Raum aus, so entsteht auf dem Meniscus desselben, unter dem begünstigenden Einfluss des frei zutretenden Sauerstoffs, ein äusserst zartes Häutchen, welches nach dem Austrocknen von den schwachen Luftströmungen zerrissen werden muss. — In den so mannigfaltig gestalteten kleinen Bodenräumen können sich auch andere Verbände von Spaltpilzen bilden, die im trockenen Zustande als Flocken eine im Verhältniss zu ihrem Querschnitt, der den Strömungen als Angriffsfläche dient, nur geringe Adhäsion zeigen und denen auch wegen ihrer beträchtlicheren Grösse der Luftmantel wenig Schutz gewährt. Den nämlichen Vortheil für den Transport finden die Spaltpilze, wenn sie an lose liegenden, hinreichend leichten Bodentheilchen ankleben.

Für das wichtigste Hilfsmittel indess, welches das Entweichen der Spaltpilze aus dem Boden möglich macht, halte ich die Bewegungen, die in der Masse des Bodens selbst thätig sind und eine unausgesetzte Lockerung der kleinen Theilchen bewirken. Ursache dieser Bewegungen sind die Temperaturveränderungen. Wenn feste Mineralsubstanzen sich um 1° C. erwärmen, so beträgt der mittlere lineare Ausdehnungscoefficient, so weit er bis jetzt bekannt ist, zwischen 0,000000'5 und 0,00004. Nehmen wir denjenigen des Kalkspaths (0,000005) als Massstab für den Kalkboden an, so nimmt 1 Meter bei einer Temperaturänderung von 1° in jeder Richtung um 0,005 mm zu oder



ab, bei einer Temperaturänderung von 10° um 0,05 mm. Es ist dies allerdings eine geringe Bewegung und ohne Belang für die meisten Bodentheile, für die kleinsten derselben aber doch sehr bemerkbar. Die Verschiebung auf 1 m Länge beträgt nämlich in den beiden angenommenen Fällen (bei Temperaturschwankungen von 1 und 10°) 10 und 100 mal die Dicke eines mittelgrossen Spaltpilzes (von 0,5 mik. Durchmesser trocken). Während demnach grössere Körper ihre relative Lage nicht verändern, können Staubkörperchen ganz verschoben werden.

Die beständige Bewegung, in der die Bodentheile wegen der fortwährenden Temperaturveränderungen begriffen sind, muss in einem trockenen Boden um so mehr die Verkleinerung und Lostrennung der Theilchen bewirken, je kleiner dieselben sind und je geringeren Widerstand sie zu leisten vermögen; die Conglomerate von mineralischen Staubkörperchen werden zerrieben, Spaltpilzgruppen und einzelne Spaltpilze von ihrer Unterlage abgestossen. Wie auf der Bodenoberfläche die angetrockneten Spaltpilzmassen durch den Tritt der Menschen und Thiere und durch andere mechanische Ursachen zerkleinert und in Pulver verwandelt werden, erfahren sie das nämliche Schicksal unter der Bodenoberfläche fast allein durch die mit dem Temperaturwechsel verbundenen Bewegungen.

Die dadurch freigemachten Spaltpilze können nun durch Luftströmungen fortgeführt werden, sei es einzeln, sei es zu vielen in Verbänden, sei es auf mikroskopischen Splittern von Bodentheilen, denen sie aufsitzen. Ihr weiteres Schicksal hängt davon ab, ob sie den Weg durch den Boden in die Luft zurückzulegen vermögen oder nicht. Im Allgemeinen treffen sie dabei auf nicht geringe Hindernisse, auch wenn der Boden vollkommen trocken ist und wenn die Luftströmungen die günstigste Richtung einhalten. Es ist ja bekannt, dass die Luft, die man durch eine feinporöse

Digitized by Google

Substanz, z. B. durch Baumwolle filtrirt, von Staubkörperchen, auch von den kleinsten Spaltpilzen befreit werden kann. Doch erweist sich selbst ein dichter Baumwollpfropf von bestimmter Länge mit seinen so äusserst feinen Poren nur für eine bestimmte Luftgeschwindigkeit und während einer bestimmten Zeit als vollkommenes Filter.

Der poröse Boden verhält sich, wenn die veränderten Verhältnisse in Anschlag gebracht werden, ähnlich wie ein Baumwollpfropf. Er hält die Staubkörperchen je nach seiner Beschaffenheit bis auf eine bestimmte Luftgeschwindigkeit und bis auf eine bestimmte Zeitdauer zurück, und wird über diese Grenze hinaus durchlässig. Im Allgemeinen erfolgt natürlich der Transport um so leichter, je weiter die Poren sind, und steht damit in gewissem Gegensatz zur Produktion der Spaltpilze, für welche in vielen Fällen der aus kleinen Theilen bestehende Boden sich günstiger erweist. Es darf jedoch nicht der umgekehrte Satz aufgestellt werden, dass die Durchlässigkeit des Bodens für Staubkörperchen um so geringer werde, je kleiner die Poren sind; denn das letztere Moment kann, wenn die Luft keinen anderen Ausweg hat, sich gerade als günstig erweisen.

Ueberhaupt lässt sich bezüglich der Frage, wie sich der Transport in einem feinporösen Boden gestalten werde, welche Gunstfälle sich hier den einzelnen Spaltpilzen, den aus vielen Pilzen bestehenden Flocken und den winzigen pilzführenden Bodensplittern sowohl rücksichtlich des Hängenbleibens als rücksichtlich des Weiterfliegens eröffnen, — hierüber lässt sich bei der grossen Mannigfaltigkeit der Möglichkeiten nichts Bestimmtes aussagen. Wir vermögen nur einzusehen, dass für jeden einzelnen Fall der Bodenbeschaffenheit, den wir construiren, der Stillstand und der Fortschritt der Staubkörperchen eine Function der Luftgeschwindigkeit, der Zeitdauer, der Grösse und des Gewichtes der Körperchen ist.

Für den Fall, dass der Boden hinreichend austrocknet, ist also die Möglichkeit immer vorhanden, dass die früher darin entstandenen Spaltpilze in die Luft gelangen. Sie werden aber trotz der Bewegungen im Boden denselben um so weniger verlassen können, je mehr er feucht bleibt und je mehr er mit Auswurfsstoffen verunreinigt ist, weil die Klebstoffe des Harns, des Koths und des Küchenspülwassers in dem Boden nicht leicht so stark austrocknen, dass die vermittelst derselben unter einander und mit den Bodentheilchen zusammenklebenden Spaltpilzmassen in transportabeln Staub zerfallen. Es ist endlich selbstverständlich, dass ein Boden, der von Zeit zu Zeit mit Wasser oder gar mit Auswurfsstoffen benetzt wird, überhaupt keine Spaltpilze in die Luft entlässt.

Ich habe in der heutigen Mittheilung untersucht, was sich aus den bekannten physikalischen Thatsachen auf die verschiedenartigen Bewegungen der Staubkörperchen schliessen lasse. Diese theoretische Betrachtung weist in manchen Punkten auf Lücken in unserem Wissen hin, welche auf experimentellem Wege auszufüllen sind. In Folge dessen haben Herr Dr. Hans Buchner und ich gemeinschaftlich mehrere Versuchsreihen begonnen, welche namentlich die für die Lehre von der Verbreitung der Spaltpilze besonders wichtigen Fragen thatsächlich beantworten sollen. Die gewonnenen Resultate werde ich später ausführlich darlegen.

Für heute beschränke ich mich darauf, das Ergebniss derjenigen Versuche, welche durch den Eingangs erwähnten Widerspruch Soyka's veranlasst wurden, im Voraus kurz mitzutheilen. Nach seinen im hygienischen Institut angestellten Experimenten sollte eine Luftgeschwindigkeit von weniger als 3 cm in der Secunde Spaltpilze von einer faulenden Flüssigkeit (die in verdünntem Blut bestand) losreissen.

Unsere Versuche stehen hiezu im schärfsten Gegensatze. Wir bedienten uns einiger Flüssigkeiten von viel geringerer Klebrigkeit, nämlich faulender ½ prozentiger Fleischextractlösung und faulenden Harns. Gleichwohl war es uns bis jetzt nicht möglich, einen Luftstrom von solcher Stärke hervorzubringen, welcher die nassen oder auch die angetrockneten Spaltpilze wegzuführen vermöchte, weder von der horizontalen Oberfläche der Flüssigkeit noch von benetzten Glaswänden und benetzten feinen Drahtnetzen, noch auch von Glaswänden und Drahtnetzen, auf denen die faulende Flüssigkeit vorher oder während des Luftdurchziehens antrocknete. Die Geschwindigkeit der Luftströmung wurde in den successiven Versuchen gesteigert auf 10 und 20 Meter in der Secunde, also bis zur Heftigkeit des Sturmwindes. Die einzelnen Versuche dauerten 6—8 Stunden.

Bei dem vollkommenen Widerspruche, in dem sich unsere Ergebnisse mit den Soyka'schen befinden, muss bei der Gewinnung der einen oder anderen ein experimenteller Fehler untergelaufen sein. Um unser Verfahren klar zu stellen und zu rechtfertigen, bemerke ich über Versuchsanordnung und Controlversuche Folgendes.

Wir bedienten uns dreifach gebogener Glasröhren, die an beiden Enden mit Baumwollpfropfen verschlossen waren. In der einen Biegung befand sich die faulende Flüssigkeit, in der andern eine durch Erhitzen pilzfrei gemachte Nährlösung. Die durchgezogene Luft strich zuerst über jene, dann über diese. — Controlversuche beweisen die vollkommene Leistungsfähigkeit der gebogenen Röhren und widerlegen den von Soyka in dieser Beziehung erhobenen Einwurf.

Die durch den Apparat hindurchgehende Luft muss pilzfrei sein, weil der Versuch zeigen soll, ob dieselbe von der faulenden Flüssigkeit Pilze oder deren Keime fortführe und damit die pilzfreie Nährlösung infizire. Zum Reinigen

der Luft empfiehlt sich am meisten ein Baumwollpfropf, der auch von jeher als staubdichter Verschluss von Versuchsflaschen angewendet worden ist. Da es sich aber in diesem Falle nicht wie gewöhnlich um einen Verschluss gegen ruhende oder nur unmerklich bewegte Luft, sondern gegen einen durchgehenden Luftstrom von grösserer Geschwindigkeit handelte, so musste die Leistungsfähigkeit des Pfropfs in dieser Beziehung zuerst festgestellt werden.

Diese Controlversuche ergaben, dass kein Baumwollpfropf absolut brauchbar ist. Seine Leistungsfähigkeit hängt ab von seiner Dichtigkeit und Länge, von der Geschwindigkeit des durchgehenden Luftstroms und von der Zeitdauer desselben. Ich führe beispielsweise an, dass ein möglichst dichter Pfropf von 2 cm Länge (die lockeren Enden nicht gerechnet) sich schon für eine kurze Versuchsdauer nicht mehr als staubdicht erweist, wenn die durchstreichende Luft in einer leeren Röhre von gleichem Querschnitt die Geschwindigkeit von 10—12 cm in der Secunde erreicht (die Geschwindigkeit in den Poren des Baumwollpfropfes ist natürlich viel grösser).

Es ergibt sich hieraus, dass für jeden Versuch der Verschluss geprüft werden musste. War der letztere nicht ausreichend, so wurde die pilzfreie und klare Nährlösung inficirt und getrübt, aber, insofern einer der vorhin genannten Versuchsapparate angewendet wurde, nicht durch die von der faulenden Flüssigkeit entführten, sondern durch die mit der Luft durch den Pfropf hindurch gegangenen Pilze. Die Richtigkeit dieser Deutung ergab sich schon aus der mikroskopischen Untersuchung, indem wir in der getrübten Nährlösung die verschiedenen in der Luft vorkommenden Spaltpilzformen und darunter auch solche fanden, die der in Fäulniss versetzten Flüssigkeit mangelten.

Sehr überzeugend sind auch folgende Versuche. Es wurden mehrere Apparate, von denen jeder aus einer drei-

Digitized by Google

fach gebogenen Röhre mit einer faulenden Flüssigkeit und einer pilzfreien Nährlösung bestand, durch Kautschukröhren verbunden. Die einzelnen Apparate, die durch ihre Verkoppelung eine einzige Leitung darstellten, seien durch I, II, III, IV, V bezeichnet. Da jeder Apparat an beiden Enden mit einem Baumwollpfropf versehen war, so wurde die in I eintretende Luft durch 1, die in II eintretende Luft durch 3 Pfropfe filtrirt, ebenso die Luft in III durch 5, die in IV durch 7, die in V durch 9 Pfropfe.

Es hing nun lediglich von der Geschwindigkeit der durchgehenden Luftströmung ab, ob in keinem der einzelnen Apparate, ob in allen oder nur in den ersten (in I, oder I und II, oder I, II und III) die pilzfreie Nährlösung inficirt wurde. Da bei jedem einzelnen Versuch die Strömungsgeschwindigkeit in allen Apparaten die nämliche war, so konnte das ungleiche Verhalten derselben nur von der ungleichen Filtration der Luft herrühren. Dies zeigte sich auch bei partieller Infection ausserordentlich deutlich in dem Umstande, dass z. B. in I die Nährlösung rasch und stark, in II langsam und schwach getrübt wurde, während die Trübung in den folgenden Apparaten ganz ausblieb. Solche Versuche thun in zwingender Weise dar, dass die angewendete Luftgeschwindigkeit von den faulenden Flüssigkeiten nichts entführte.

Was alle übrigen Versuche betrifft, so ist bei denselben das negative Resultat immer entscheidend und lässt keine andere Deutung zu. Bleibt z. B. bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 20 Metern in der Secunde die Infection der pilzfreien Nährlösung aus, so wird dadurch bewiesen, nicht nur dass der angewendete Verschluss staubdicht war, sondern auch dass von der faulenden Flüssigkeit nichts weggeführt wurde.

Man könnte nur den einen Einwurf machen, dass die von der faulenden Flüssigkeit weggeführten Pilze wegen

der grossen Luftgeschwindigkeit bei der pilzfreien Nährflüssigkeit vorbeiflogen und desshalb dieselbe nicht inficirten. Diesem Einwurf wurde aber zum Voraus dadurch begegnet, dass die bei der Nährlösung vorbeigegangene Luft durch einen besondern über derselben befindlichen Baumwollpfropf hindurchstreichen musste, in welchem die Pilze, die sie allenfalls mitbrachte, zurückgeblieben wären. Der genannte Pfropf wurde nach dem Versuch in die Nährlösung hinuntergestossen, sodass also dieser keine von der faulenden Flüssigkeit weggerissenen Pilze entgehen konnten.

Die angeführten Thatsachen sind für die daraus zu ziehenden Schlüsse durchaus zwingend, und befriedigen um so mehr, als sie mit den physikalischen Gesetzen und mit anderweitigen Versuchen im Einklange stehen.[1]) Wir werden daher zu der Vermuthung gedrängt, dass der schwache Punkt in den Versuchen Soyka's die ungenügende Filtration der Luft ist. Derselbe bemerkt zwar, dass er den Baumwollverschluss als genügendes Mittel, um Pilze abzuhalten, erprobt habe. Er scheint aber dieser Frage weniger Aufmerksamkeit geschenkt zu haben, da er nichts Näheres über die betreffenden Versuche sagt und da ihm die wichtige Thatsache, dass jeder Pfropf nur eine beschränkte Staubdichtigkeit besitzt, entgangen zu sein scheint. Auch hat derselbe nicht die inficirte Nährlösung mikroskopisch untersucht, um sich davon zu überzeugen, dass dieselbe die Pilze aus der faulenden Blutflüssigkeit und nicht etwa Pilze aus der Luft enthalte. Endlich konnte der von ihm angewendete Verschluss, wenn aus den Dimensionen des Apparates die Geschwindigkeit der durchstreichenden Luft be-

1) Bei meinen früheren Versuchen (1873) hatte ich ungereinigte Luft durch Kies gezogen, welcher mit faulender Flüssigkeit benetzt worden war, und dabei gefunden, dass die Luft nicht nur keine Pilze oder Pilzkeime daraus entführte, sondern auch diejenigen, die sie enthielt, darin zurückliess, also filtrirt wurde.

Digitized by Google

rechnet wird, nach unseren Versuchen unmöglich staubdicht sein.

Aus den Soyka'schen Versuchen wurde von Pettenkofer und Andern der Schluss gezogen, dass aus einem verunreinigten feuchten Boden schon von den schwächsten Luftströmungen Spaltpilze in die Luft geführt werden und dass meine gegentheiligen Behauptungen damit widerlegt seien. Da nun die genannten Versuche sich als unrichtig erwiesen haben, so fallen auch die daraus gezogenen Schlussfolgerungen hinweg, welche ohnehin, weil im Widerspruche mit meinen früheren direkten Versuchen mit benetztem Kiesboden, gewagt waren.

Wir haben zu unseren jetzigen Versuchen vorzugsweise faulenden Harn benützt, weil sie dadurch für die Beurtheilung der Bodenverunreinigung besonders brauchbar werden. Die gewonnenen Resultate, wonach selbst die stärkste Luftströmung von einer mit dieser Flüssigkeit benetzten oder mit derselben angetrockneten Oberfläche keine Pilze oder Pilzkeime wegzuführen vermag, bestätigen abermals die Richtigkeit der Behauptung, dass die Bodenverunreinigung nicht bloss unschädlich, sondern selbst entschieden nützlich sei, und dass ein Boden, je ausgiebiger und häufiger derselbe mit Auswurfsstoffen verunreinigt wird, um so weniger schädliche Keime in die Luft entweichen lassen kann.

Digitized by Google

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom Verein für Naturkunde in Mannheim:

41—44. Jahresbericht für 1874—1877. 1878. 8°.

Von der Redaction der Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. Jahrg. III. 1879. Nr. 23, 24, 25, 26. 1879. 4°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Görlitz.

Abhandlungen. Bd. XVI. 1879. 8°.

Von der naturhistorischen Gesellschaft in Hannover:

27. und 28. Jahresbericht f. d. J. 1876—1878. 1878. 8°.

Von der k. Universitäts-Sternwarte in Breslau:

Mittheilungen, herausg. von J. G. Galle. 1879. 4°.

Von der Società di scienze naturali ed economiche in Palermo:

Bullettino. Nr. 12, 13. 1879. 4°.

Von der Botanical Society in Edinburgh:

a) Transactions and Proceedings. Vol. XIII. Part. 2. 1878. 8°.
b) Report by the Regius Keeper of the Royal Botanic Garden of Edinburgh for the year 1878. 1879. 8°.

Digitized by Google

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livre 450, 451. 1879. 4°.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Pamiętnik. Mathem. Cl. Tom. 4. 1878. 4°.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Mai 1879. 8°.

Von der Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. 35. 1879. 8°.

Von der neurussischen Naturforscher-Gesellschaft in Odessa:

Sapiski (Berichte) Bd. V, 2. VI, 1. 1879. 8°.

Von der Società dei Naturalisti in Modena:

Annuario. Anno XIII. 1879. 8°.

Von der Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. IIIe Série. Tom. 2. 1879. 8°.

Vom Naturhistorischen Verein von Wisconsin in Milwaukee:

Jahresbericht f. d. J. 1878—1879. 1879. 8°.

Von der Société centrale d'horticulture de France in Paris:

Journal. Tom. I. Mai 1879. 8°.

Digitized by Google

Vom Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. N. F. Bd. 19. 1879. 8°.

Vom Herrn Hermann Scheffler in Braunschweig:

Wärme und Elastizität. Supplement zum II. Theile der Natur-Gesetze. Leipzig 1879. 8°.

Vom Herrn Robert Wiedersheim in Freiburg i. Br.:

Die Anatomie der Gymnophionen. Jena 1879. 4°.

Vom Herrn Martin Perels in München:

Vorträge über Sinnesempfindungen und Sinnestäuschungen etc. 2. Ausg. 1876. 8°.

Vom Herrn Francesco Ardissone in Mailand:

La vie des cellules. 1874. 8°.

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 5. Juli 1879.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr L. Radlkofer spricht:

Ueber *Cupania* und damit verwandte Pflanzen.

Zu den Gattungen der Sapindaceen, welche noch nicht als wohl constituirte betrachtet werden können und welche ebenso, wie das für die Gattung *Sapindus* der Fall war [1]), weiterer Klärung bedürfen, gehört vor allem die Gattung *Cupania*.

Die Gattung *Cupania* ist ebenso alt wie *Sapindus*, wenn wir von Linné's Genera Plantarum (1737) bei der Altersbestimmung ausgehen. Auch wenn wir auf die Autoren vor Linné und demgemäss auf ihr erstes Auftreten bei Plumier (1703) Rücksicht nehmen, erscheint sie nur um wenige Jahre jünger als die zuerst von Tournefort (1694) aufgeführte Gattung *Sapindus*.

Während der nahezu anderthalb Jahrhunderte ihres Bestehens ist die Gattung *Cupania*, ganz ebenso wie *Sapindus*, unter mannigfachen Schwankungen ihres formellen Inhaltes, welche näher zu verfolgen hier nicht von Belang

1) Sieh diese Sitzungsberichte 1878, p. 221 ff.

ist, ein Sammelplatz geworden für eine grosse Zahl von Sapindaceen aus all' den Ländern, welche überhaupt dem Verbreitungsbezirke der Sapindaceen angehören. Die Zahl ihrer Arten erhebt sich, wenn man nach Baillon's [2]) und Hiern's [3]) Beispiel auch die Gruppe von Pflanzen, welche Bentham und Hooker in ihren Genera Plantarum (1862) noch getrennt gehalten und zu einer Art von Parallelgattung ähnlichen Umfanges und analoger geographischer Ausdehnung unter dem Namen *Ratonia* zusammengefasst haben, hinzurechnet, unter Einbeziehung der vorliegenden neuen Arten auf mehr als 200, und zwar meine ich damit, unter Aussonderung aller Synonyme und alles Unzugehörigen, vollgiltige Arten, welche in der That ein und demselben Verwandtschaftskreise angehören.

Das Bestreben, zu einer harmonischen Gliederung der Sapindaceen zu gelangen und eine naturgemässe, auf morphologische und anatomische Anhaltspunkte gestützte Vereinigung der Arten zu Gattungen und dieser zu weiteren verwandtschaftlichen Gruppen, zu Tribus, zu gewinnen, nöthiget mich, den in Rede stehenden Verwandtschaftskreis in anderer Weise aufzufassen, als das, wie eben erwähnt, in jüngster Zeit versucht worden ist.

Die Gattung *Cupania* in dem beregten Sinne, mit ihren circa 200 Arten, zeigt nicht entfernt jene innere Einheit der Organisation, wie andere, annähernd gleich grosse Gattungen der Sapindaceen, z. B. *Serjania* und *Paullinia*, deren Glieder zugleich durch das Band eines einheitlichen Verbreitungsbezirkes zusammengehalten werden. Sie löst sich vielmehr bei näherer Betrachtung in eine Anzahl von Artgruppen auf, welche ebenso sehr nach ihren

2) Baillon Hist. d. Plant., V (1874) p. 398.
3) Hiern in Hooker Flor. Brit. Ind. I (1875) p. 676 etc.

Digitized by Google

morphologischen und anatomischen Eigenthümlichkeiten, als nach geographischen Verhältnissen jenen eben genannten Gattungen als analog sich darstellen. Diese Gruppen scheinen mir demgemäss als jenen Gattungen gleichwerthig, d. h. als selbständige Gattungen aufgefasst werden zu müssen, wenn man zu einer ebenmässigen Gliederung der Familie gelangen will. Die ganze Summe der so sich ergebenden Gattungen aber möchte ich als eine besondere Tribus den andern analogen Gruppen einander zunächst verwandter Sapindaceengattungen an die Seite stellen.

Erneutes Studium führt mich somit zurück zu der Auffassung, welche schon Blume über die Gliederung der Familie der Sapindaceen und speciell über die Werthung des hier in Betracht stehenden Verwandtschaftskreises gehegt hat. Seine Auffassung ist zum Nachtheile der Wissenschaft, meine ich, verlassen worden. Nicht verlassen zu werden, wohl aber verbessert und weiter ausgebaut zu werden verdient sie.

Schon Blume hat es, um der näheren und ferneren Verwandtschaft der Gattungen gerecht zu werden und ihr entsprechenden Ausdruck zu verleihen, für nothwendig erachtet, die Familie der Sapindaceen in mehrere Tribus zu gliedern.

Eine dieser Tribus bildet ihm der hier in Betracht stehende Verwandtschaftskreis von *Cupania*. Er bezeichnet ihn als Tribus der *Cupanieae*.

Es bedarf nur weniger Veränderungen, um diese Tribus der *Cupanieae* von Blume mit unseren heutigen Kenntnissen in Einklang zu bringen. An Blume's Auffassung mag desshalb die weitere Erörterung unseres Gegenstandes anknüpfen.

Blume bezeichnet[4]) der Hauptsache nach als Cupanieen die Sapindaceen — sei es mit regelmässiger, sei es mit unregelmässiger Blüthe —, welche je eine aufsteigende Samenknospe in jedem Fruchtknotenfache und eine bald lederig-fleischige, bald holzige Kapselfrucht besitzen mit in der Mitte scheidewandtragenden Klappen. Damit ist der formelle Inhalt der Tribus im wesentlichen richtig dargelegt. Einige Zusatzbestimmungen übrigens und damit der materielle Inhalt, welchen Blume der Tribus zuweist, bedürfen der Modificirung. Für die Samen der betreffenden Gewächse ist die Angabe Blume's, dass sie einen Arillus besitzen, dahin zu erweitern, dass derselbe auch ein falscher, von Schichten des Pericarpes oder der Samenschale gebildeter sein oder ganz fehlen, beziehungsweise nur auf ein Fleischigwerden des Samenpolsters beschränkt sein kann. Die Angabe: „Arbores vel frutices erecti, foliis pari- vel impari-pinnatis" ist in ihrem letzteren Theile dahin zu präcisiren, dass diejenigen hieher gehörigen Gewächse, deren Blätter unpaarig gefiedert erscheinen, bei normaler Entwickelung niemals, mit alleiniger Ausnahme von *Paranephelium*, ein echtes Endblättchen, vielmehr nur ein dasselbe vertretendes, einzeln stehendes Seitenblättchen besitzen. Es hätte hinzugefügt werden können, dass die Blätter stets nebenblattlos sind. Ferner ist mit Rücksicht auf die von Blume noch nicht gekannte Gattung *Dilodendron* beizufügen, dass auch doppelt gefiederte Blätter (gelegentlich mit rudimentären Endblättchen) vorkommen; endlich, dass abnormer Weise die Blätter auch einfach werden können, wie ich bei *Cupania macrophylla* A. Rich. beobachtet habe.

Die angeführten Momente, welche dem Gesagten gemäss im wesentlichen schon von Blume richtig hervor-

4) In Rumphia III (1847), p. 157.

Digitized by Google

gehoben worden sind, genügen, um die Cupanieen von den übrigen Tribus der Sapindaceen zu unterscheiden.

Nur eine Angabe von Blume ist unter Ausscheidung der Gattung, um derentwillen sie in den Tribuscharakter aufgenommen worden war, zu streichen. Das ist die auf Blume's Gattung *Spanoghea*, welche als besondere Section zur Gattung *Alectryon* und mit dieser zur Tribus der Nephelieen gehört [5]), bezügliche Bemerkung: „Fructus rarissime transversim disrumpens".

Weiter ist von den Pflanzen, welche Blume in der Tribus der *Cupanieae* aufführt, *Hemigyrosa canescens* Bl. (d. i. *Lepisanthes tetraphylla* Radlk.), von welcher die Frucht Blume nicht bekannt war, und *Hemigyrosa? Pervillei* Bl., von welcher sie auch heute noch nicht bekannt ist, was aber nicht hindert, die Pflanze nach anderen Merkmalen als eine Art der Gattung *Deinbollia* (*D. Pervillei* Radlk.) zu erkennen, zu streichen. Die Gattung *Hemigyrosa* selbst aber tritt mit der noch übrigen, ihr eigentlich zu Grunde liegenden *Hemigyrosa Perrottetii* Bl. als eine besondere Section in die gleich zu erwähnende Gattung *Guioa* Cavan. über.

Aufrecht zu erhalten sind als selbständige Glieder der Cupanieen, und zwar mit demselben formellen Inhalte, welchen ihnen Blume schon gegeben hat, die Gattungen *Dictyoneura* Bl. (1847), *Arytera* Bl. (1847), *Mischocarpus* Bl. (1825) und *Lepidopetalum* Bl. (1847). Denselben ist die Gattung *Jagera* Bl. (1847), emend., anzureihen, welche Blume (irre geleitet durch eine Angabe von Zippel über die Fruchtbeschaffenheit, welche er nach den ihm vorliegenden Exemplaren mit unreifen Früchten zu verbessern nicht in der Lage war) der Tribus der *Melicocceae* beigerechnet hatte. In selbständige Gattungen umzuwandeln

5) Sieh Radlkofer, holländisch-indische Sapindaceen, p. 71.

sind die von Blume als Sectionen der Gattung *Cupania* aufgefassten Artgruppen, nämlich: *Pleuropteris*, für welche der ältere Name *Guioa* Cavan. (1797) anzunehmen ist, und *Elattostachys*, von welcher eine Art (*Cupania Minjalilen* Bl.) zu *Guioa* zu versetzen ist; ferner die nur nebenbei von Blume in Anmerkungen erwähnten (ausser der ersten von De Candolle entlehnten) Abtheilungen *Vouarana*, *Molinaea* und *Trigonis* (Blume schreibt ungenau „*Trigonocarpus*“ DC.), welch' letztere die eigentliche Gattung *Cupania* in dem hier ihr zu gebenden engeren Sinne repräsentirt.

Sehen wir uns, ehe wir an die Vervollständigung der Gattungsreihe der Cupanieen gehen, nach den Verhältnissen um, durch welche die schon von Blume berührten und die weiter noch hinzuzufügenden Gattungen der Cupanieen als solche ausgezeichnet und in nähere oder fernere verwandtschaftliche Beziehung gesetzt erscheinen, so ist vor allem ein wichtiges Moment hervorzuheben, welches sich der Aufmerksamkeit der Beobachter oder doch der entsprechenden Würdigung bisher gänzlich entzogen zu haben scheint.

Es ist diess der Umstand, dass die sämmtlichen americanischen Cupanieen, soweit von denselben bisher zur Beobachtung geeignetes Material bekannt geworden ist, mit alleiniger Ausnahme von *Pseudima frutescens (Sapindus f.* Aubl.), einen lomatorrhizen Embryo, die übrigen aber, mit kaum nennenswerthen Ausnahmen, welche sich auf einzelne Arten meist vielgliedriger Gattungen beschränken, einen notorrhizen Embryo besitzen.

Ausständig ist der Nachweis dieses Verhältnisses wegen Mangels entsprechenden Materiales nur für wenige, meist nur je eine Art enthaltende Gattungen. Dahin gehören auf Seite der americanischen Cupanieen die weiter unten näher zu betrachtenden monotypischen Gattungen

Digitized by Google

Vouarana, *Scyphonychia*, *Dilodendron* und *Pentascyphus*; von den ausseramericanischen die africanischen Gattungen *Blighia*, *Laccodiscus*, *Eriocoelum* und *Phialodiscus*, von denen die ersteren ebenfalls monotypisch sind, die letzteren je 2 Arten in sich schliessen; ferner die asiatischen Gattungen *Lepiderema* und *Euphorlopsis*, beide monotypisch, und die zwei Arten umfassende Gattung *Trigonachras*. Die grosse Zahl der Fälle, auf deren Beobachtung der obige Satz und die darin ausgesprochene Regel fusst, lässt auch für diese wenigen ausständigen Fälle einen Anschluss an die Regel erwarten.

Was die Ausnahmsfälle betrifft, welche bei einzelnen Arten mehrgliedriger Gattungen sich finden, den der Regel folgenden Fällen gegenüber an Zahl aber verschwindend klein sind, so kommen dieselben namentlich da vor, wo das Würzelchen des Embryo sehr kurz, und demgemäss auch die Falte der Samenschale, welche das Würzelchen aufnimmt und in seiner Lage sichert, sehr seicht oder nahezu unausgebildet ist; ferner wenn, was gleichzeitig geschehen kann, die Cotyledonen bei aufrechter oder nahezu aufrechter Stellung sehr ungleiche Grösse gewinnen, in welchem Falle der kleinere von dem im Wachsthume vorauseilenden grösseren leicht aus seiner normalen Lage (gerade über oder gerade seitlich von ihm) gedrängt wird. Eine dadurch bedingte schief lomatorrhize oder schief notorrhize Beschaffenheit des Embryo, durch welche aber das eigentliche Verhalten desselben kaum verdeckt wird, lässt sich öfters bei ein und derselben Art neben regelmässiger Ausbildung beobachten. Fast zur Regel geworden fand ich die ungleichmässige Ausbildung der Cotyledonen (und zwar hier häufig noch verknüpft mit einer theilweisen Verwachsung derselben) bei *Matayba arborescens* (*Sapindus a.* Aubl.). Weiter zeigte sie sich in stärkerem Masse bei *Cupaniopsis foveolata* und gelegentlich auch bei einer oder der anderen

Guioa-Art. In normaler Lage gegen das Würzelchen fand ich die Cotyledonen in ihrem oberen verdickten Theile, während die unteren, stielartig verlängerten Theile neben, anstatt wie jene über einander gelegen waren, bei *Tina madagascariensis* (*Cupania Chapelieriana* Camb.). Die auffallendsten Ausnahmen bilden *Rhysotoechia Robertsoni* und *Sarcotoechia cuneata*, beide mit sehr kurzem Würzelchen und fast rein seitlich (rechts und links) stehenden Cotyledonen, während andere Arten derselben Gattungen einen deutlich notorrhizen Embryo zeigen. Von den genannten Arten standen übrigens nur wenige Samen zu Gebote, und es bleibt desshalb erst noch festzustellen, wie weit für dieselben das angegebene Verhalten etwa die Regel bildet. In keinem Falle aber dürften diese Ausnahmen, die sich nur auf einzelne Arten einer Gattung erstrecken, geeignet sein, die Giltigkeit der oben angeführten Regel in Frage zu stellen und den systematischen Werth des in Rede stehenden Organisationsverhältnisses zu alteriren.

Es mag zur Erläuterung dieser Verhältnisse hinzugefügt sein, dass entsprechend der ellipsoidischen Gestalt des Samens der Embryo der Cupanieen gewöhnlich selbst auch annäherungsweise ein aufrecht stehendes Ellipsoid darstellt, welches beim lomatorrhizen Embryo durch eine radialsenkrechte, beim notorrhizen aber gewöhnlich durch eine horizontale Ebene in die beiden Cotyledonen getrennt erscheint. Gewöhnlich von der halben Höhe des Embryo steigt an der äusseren (dem Rücken der Frucht zugewendeten) Seite desselben das Würzelchen herab, mit seiner Spitze der unmittelbar nach aussen vom Nabel an der Basis des Samens gelegenen Micropyle genähert. Im einfachsten Falle sind, wie beim lomatorrhizen Embryo, so auch beim notorrhizen die beiden Cotyledonen gleich gross. Es kann aber auch der obere oder der untere dem anderen an Grösse nachstehen. Das Würzelchen entspringt dann, wenn die

Digitized by Google

Trennungsebene der Cotyledonen horizontal bleibt, nothwendiger Weise schon über oder erst unter der Mitte. Die Trennungsebene kann aber auch von innen und oben nach aussen und unten, oder umgekehrt (es kommt gelegentlich beides bei derselben Art vor) geneigt sein, und zwar wieder so, dass ihr äusserer Rand den Rücken des Samens in mittlerer Höhe, oder darüber, oder darunter trifft, in welch letzteren Fällen natürlich auch der Ursprung des Würzelchens wieder über oder unter die Mitte verlegt sein muss. Im ersteren Falle erscheint dann das Würzelchen, dessen Spitze immer der Micropyle genähert bleibt, in der Regel entsprechend verlängert (wie z. B. bei *Guioa* zu beobachten ist). Im anderen Falle erscheint bei extremen Verhältnissen (z. B. *Synima* und *Sarcotoechia*) das Würzelchen stark verkürzt und der Embryo fast gerade gestreckt mit nach der Rücken- und Bauchfläche des Samens gekehrten Cotyledonen. In diesem Falle nun scheinen leicht Drehungen des Embryo einzutreten, so dass nun — und das war es, was bei *Sarcotoechia cuneata* sich zeigte — die Cotyledonen wie beim lomatorrhizen Embryo an die rechte und linke Seite des Samens zu stehen kommen. Es kann weiter, wie in den bisher betrachteten Fällen um eine tangential-horizontale, so auch um eine radial-horizontale Axe die Trennungsebene der Cotyledonen gedreht erscheinen, und zwar ebenso gut die horizontale des notorrhizen wie die verticale des lomatorrhizen Embryo, so dass für den einen wie für den anderen die gleiche Mittelstellung erreicht werden kann. Würde diess bei irgend einer Art regelmässig geschehen, so könnte natürlich der Embryo ebenso gut „schief notorrhiz" wie „schief lomatorrhiz" genannt werden. Dieser Fall dürfte sich aber in Wirklichkeit kaum finden. — Die hier berührten Verschiedenheiten in der Gestalt und gegenseitigen Lage der Theile des notorrhizen Embryo hat Ferd. v. Müller theilweise bereits beobachtet, und hat derselbe darauf hin

Digitized by Google

(Fragm. IX, 1876, p. 96) die Vermuthung ausgesprochen, dass sie vielleicht zur Charakterisirung bestimmter Artgruppen verwendbar sein möchten. Es ist aus der unten folgenden Uebersicht der Gattungen zu ersehen, dass das in der That der Fall ist; doch wird die volle Verwerthung dieser Verhältnisse für die Unterscheidung der Gattungen erst möglich werden, wenn die Grenzen der Schwankungen, von denen hier die Rede war, an einem reichen und auf alle Arten sich erstreckenden Materiale festgestellt sein werden. Vor der Hand liess sich nur theilweise, wie auf die chemischen, so auch auf die gestaltlichen Verhältnisse des Embryo bei der Umgrenzung der Gattungen Gewicht legen. Das wichtigste Verhältniss, das Vorkommen des lomatorrhizen Embryo bei der Hauptmasse der americanischen Cupanieen, konnte Ferd. v. Müller an seinem Materiale natürlich nicht beobachten.

Dem Gesagten gemäss erscheinen die americanischen Cupanieen, abgesehen von *Pseudima*, als solche mit lomatorrhizem Embryo näher unter sich als mit den übrigen verwandt und stellen sich als geeignet dar, in eine erste Subtribus vereiniget und so der grossen Zahl ausser-americanischer Cupanieen, welchen von americanischen nur *Pseudima* beizugesellen ist, als zweiter Subtribus gegenüber gestellt zu werden.[6])

Was weiter, um zuerst bei dieser zu verweilen, die Pflanzen der ersten Subtribus betrifft, so ist besonders die verschiedene Beschaffenheit des Kelches hervorzuheben,

6) Es wird dieses Verhältniss nicht wesentlich alterirt werden, wenn sich seiner Zeit auch für eine der anderen monotypischen Gattungen aus America, welche hier der ersten Subtribus beigerechnet werden, weil sie weniger an *Pseudima* als an die anderen americanischen, Gattungen sich anzunähern scheinen, die Nothwendigkeit ergeben sollte sie in die zweite Subtribus zu übertragen.

Digitized by Google

wie sie in der Sonderung von *Cupania* und *Ratonia* bei Bentham und Hooker (Gen. Plant. p. 399) schon den entsprechenden Ausdruck gefunden hat, und zwar in der Bezeichnung des Kelches von *Ratonia* als: „Calyx parvus, cupularis, breviter 4—5-lobus, lobis leviter imbricatis vel subvalvatis vel apertis" gegenüber der für *Cupania*: „Sepala 4—5 (rarius 3—6), orbiculata, concava, late 2-seriatim imbricata." Es scheint dabei nur etwas zu viel Gewicht auf die Imbrication des Kelches gegenüber seinem sonstigen Verhalten gelegt zu sein, wie auch aus der Bemerkung zu *Ratonia* hervorleuchtet: „Genus a Cupaneis calyce parvo, basi integro, subvalvato vel obscurius imbricato (saepe aegre) distinguendum." Der Kelch der *Ratonia*-Arten, oder, wie ich dieselben, da ich nur die betreffenden americanischen Gewächse hier im Auge habe, für welche in der Aublet'schen *Matayba guianensis* (fructu excluso) die älteste Genus-Bezeichnung gegeben ist, gleich jetzt und so fortan nennen will, der *Matayba*-Arten ist ursprünglich (wohl überall) gleichfalls, wenn auch schwach imbricirt und zeigt das mitunter auch nach seiner vollen Ausbildung noch mehr oder weniger deutlich an der Basis seiner Theile. Meist aber wird dieses Verhältniss dadurch verwischt, dass der Kelch sich sehr früh öffnet, noch ehe die übrigen Blüthentheile unter seinem Schutze ihre volle Ausbildung erreicht haben. Der Kelch selbst bleibt nun nahezu auf seiner dermaligen Entwicklungsstufe stehen, während die übrigen Blüthentheile ihre weitere Entwickelung verfolgen und erst nach geraumer Zeit zu ihrer vollen Ausbildung gelangen. Die um diese Zeit noch äusserst kleinen Blumenblätter und ihre an Grösse sie schliesslich nicht selten übertreffenden Schuppen entwickeln sich erst jetzt allmählig zu ihrer definitiven Gestalt und Grösse, so dass sie den Kelch schliesslich beträchtlich überragen. Die Antheren erlangen nunmehr erst ihre vollständige Ausbildung und werden dann erst, wenn sie dem

Digitized by Google

Aufspringen nahe sind, durch eine verhältnissmässig rasche Streckung der bis dahin äusserst kurzen und kaum bemerkbaren Filamente über den Kelch um ein mehrfaches seiner Länge (bei den männlichen Blüthen) emporgehoben. Die Fruchtanlagen (der hermaphroditen, resp. weiblichen Blüthen), welche zur Zeit der Oeffnung des Kelches noch ganz rudimentär sind, bilden jetzt erst allmählig ihren schliesslich an Länge den Fruchtknoten gewöhnlich übertreffenden Griffel und eine bestäubungsfähige Narbe aus. Kurz, auf die Oeffnung des Kelches folgt hier nicht sofort das, was man Entfaltung der Blüthe nennt, sondern erst die längere Zeit in Anspruch nehmende eigentliche Entwickelung derselben. Es scheint mir dieses Verhältniss am besten dadurch bezeichnet werden zu können, dass man den Kelch einen frühzeitig, einen vor der nahezu vollendeten Ausbildung der wesentlichen Blüthentheile sich öffnenden — einen calyx praecociter apertus — nennt. Mit dieser Entwickelungsweise hängt es zusammen, dass die geschlossene Blüthenknospe immer als eine verhältnissmässig sehr kleine und ebenso der nach seiner Oeffnung sich wenig mehr weiter entwickelnde Kelch als ein verhältnissmässig — d. h. im Verhältniss zu den übrigen Blüthentheilen und namentlich zu der schliesslich aus der Blüthe hervorgehenden Frucht, besonders im Vergleiche mit dem gleich näher zu betrachtenden, unter gleich grossen Früchten eigentlicher *Cupania*-Arten sich findenden (übrigens nicht etwa noch während der Fruchtreife sich vergrössernden) Kelche — kurzer und kleiner erscheint, oft kaum über den Discus der Blüthe sich erhebend.

Ich will diese Art des Kelches schlechthin den Matayba-Kelch im Gegensatze zu dem eigentlichen Cupania-Kelche nennen.

Der eigentliche Cupania-Kelch, wie ihn die der Gattung *Cupania* zu Grunde liegende *Cupania americana*

Digitized by Google

L. besitzt, zeigt in seiner Beziehung zu den übrigen Blüthentheilen das gewöhnliche, normale Verhalten: die inneren Blüthentheile erlangen unter seinem Schutze, also in der geschlossenen Knospe, ihre volle Entwickelung, und das Oeffnen des Kelches ist das Signal für die rasche Entfaltung auch der übrigen, auf ihre physiologische Leistung bereits vollständig vorbereiteten Blüthentheile, welche nur mässiger Streckung mehr unterliegen. Um zu dieser Entwickelung der an Grösse den inneren Blüthentheilen von *Matayba* wenigstens gleichkommenden, meist jedoch sie übertreffenden Blüthentheile von *Cupania* Raum zu bieten, muss natürlich die bis zu dem angegebenen Zeitpunkte geschlossen bleibende Knospe selbst auch eine beträchtlichere Grösse erlangen.

Die in dem Kelche von *Matayba* und *Cupania* hervortretende völlig verschiedene Entwicklungsweise der Blüthe — hier nämlich Entwickelung der Blüthentheile unter dem Schutze des Kelches in der geschlossenen Knospe, dort Entwickelung der Blüthentheile ohne Schutz des frühzeitig geöffneten Kelches — erscheint nach dem, was auch in anderen Gruppen der Sapindaceen über die Bedeutung des Kelches als Gattungsmerkmales zu ersehen ist, als ein Moment von ausreichendem Gewichte, um die schon vor mehr als 100 Jahren (1775) neben *Cupania* zur Unterscheidung gelangte Gattung *Matayba*, welche auch die gleichfalls als etwas von *Cupania* Verschiedenes unter der Bezeichnung *Ratonia* von De Candolle (1824) und Anderen hervorgehobenen americanischen Cupanieen, sowie verschiedene weitere Arten in sich aufzunehmen hat, neben *Cupania* aufrecht zu erhalten, resp. sie wieder in ihr Recht einzusetzen.

Dieses Moment wird aber noch unterstützt durch eine verschiedenartige Ausbildung der Blumenblätter bei den beiderlei Gattungen. Bei *Matayba* tragen die Blumenblätter auf der Innenseite rechts und links über dem kurzen Nagel eine selbständiger entwickelte, an Länge und Breite das

Blumenblatt selbst meist übertreffende Schuppe. Bei *Cupania* sind diese Schuppen mit ihrem äusseren Rande dem ziemlich lang benagelten Blumenblatte bald mehr bald minder hoch hinauf angewachsen, so dass dasselbe annäherungsweise die Gestalt eines von aussen nach innen etwas zusammengedrückten und an der nach dem Centrum der Blüthe gekehrten Seite der Länge nach aufgeschlitzten Trichters erhält. Die Arten von *Cupania* besitzen stets deutlich entwickelte Blumenblätter; bei manchen *Matayba*-Arten bleiben sie rudimentär, so dass sie gelegentlich vollständig übersehen wurden (bei der von Macfadyen als *Cupania apetala*, von Grisebach als *Ratonia apetala* bezeichneten Art). Im Habitus zeigen die Arten beider Gattungen nur gruppenweise charakteristische Eigenthümlichkeiten. Was die beiden Gattungen als nahe verwandt, als Parallelgattungen, wie man sie nennen könnte, erkennen lässt, ist ausser der Embryobeschaffenheit der morphologisch und anatomisch übereinstimmende Bau der Frucht und die Beschaffenheit des stets mit Arillus versehenen Samens.

Die beiden als Matayba- und Cupania-Kelch bezeichneten Formen des Kelches sind ohne Schwierigkeit und gewöhnlich auf den ersten Blick mit voller Bestimmtheit zu erkennen. Die von Bentham und Hooker für ihre *Ratonia* in der oben angeführten Bemerkung hervorgehobene Schwierigkeit der Unterscheidung von *Cupania* stellt sich erst ein, wenn man in diese beiden Gattungen, wie das von Bentham und Hooker geschehen ist, die ganze Masse der Cupanieen (mit der kaum nennenswerthen Ausnahme von *Eriocoelum*, *Paranephelium*, *Jagera* und *Diploglottis*, welche noch in gesonderter Stellung belassen sind) einbeziehen und vertheilen will. Bei solchem Vorgehen wird die Unterscheidung allerdings so schwierig und erscheint so wenig mehr von anderen eine natürliche Verwandtschaft documentirenden Verhältnissen unterstützt, dass es begreiflich

Digitized by Google

wird, wie man sich veranlasst sehen konnte, jeden Versuch einer solchen Unterscheidung überhaupt aufzugeben.

Unter den Cupanieen finden sich eben auch Pflanzen, welche noch andere als die bisher besprochenen beiden Formen des Kelches besitzen. Namentlich eine Form ist noch als dritte Kelchform hervorzuheben, die ich, weil die bekannteste Gattung, der sie zukommt, die Gattung *Blighia* ist, Blighia-Kelch nennen will. Sie stellt eine Art Mittelding zwischen den anderen beiden Formen dar, nähert sich nach verschiedenen Beziehungen beiden, schliesst sich aber keiner vollständig an. Sie nähert sich der Matayba-Form durch die gewöhnlich nur schwache Deckung und durch die Grundgestalt der Kelchtheile, welche ihre grösste Breite an der Basis besitzen und von da nach Art eines gleichschenkeligen Dreieckes mit kleinem Scheitelwinkel sich sachte verschmälern, so dass sie im Verhältniss zu ihrer Basis viel länger erscheinen als die mehr ein gleichseitiges Dreieck darstellenden Kelchtheile von *Matayba*. Mit der Cupania-Form stimmt dieser Kelch darin überein, dass seine Theile, wenn auch nicht so vollständig wie bei *Cupania*, so doch nahezu bis an den Grund frei und hier oder auch an der Spitze meist deutlich imbricirt sind; zugleich überdeckt derselbe die übrigen Blüthentheile länger, als das bei *Matayba* der Fall ist, wenn auch nicht bis zu dem Grade ihrer Ausbildung, wie bei *Cupania*.

Durch die Pflanzen mit derartigem Kelche, welcher sich überdiess bald mehr dieser, bald mehr jener der beiden Hauptformen annähert, musste natürlich, wie schon erwähnt, die Unterscheidung von Gattungen schwierig werden, welche lediglich auf die Beschaffenheit des Kelches, ohne gleichzeitige Berücksichtigung anderer Charaktere und nur unter Hervorhebung der extremsten Kelchformen gegründet waren, wie *Cupania* und *Ratonia* im Sinne von Bentham und Hooker. Dieser Sachverhalt war offenbar auch der Grund,

warum man in neuerer Zeit mehrfach, das Kind sammt dem Bade ausschüttend, die Unterscheidung einer Gattung *Ratonia* (oder *Matayba* etc.) neben *Cupania*, wodurch immerhin einem wichtigen Organisationsverhältnisse Rechnung getragen war, nur nicht in genügender Schärfe, schlechthin für unangemessen erachtete und die sämmtlichen Cupanieen (oder doch ihre Hauptmasse, wenn wir auf die Belassung der theils missverstandenen theils nur aus der Literatur dem Autor bekannt gewesenen Gattungen *Eriocoelum* und *Jagera*, *Paranephelium* und *Diploglottis* bei Baillon Rücksicht nehmen wollen) in eine grosse Gattung — *Cupania* — zu vereinigen für gut befand, wie das früher schon einmal durch Cambessedes (1829) geschehen war. Damit gelangte man allerdings wieder zu einer leichter abgrenzbaren, natürlichen Gruppe — zur Gruppe der Cupanieen eben, unter dem Namen *Cupania*, aber nicht zu einer naturgemässen Classification der betreffenden Gewächse. Eine solche war auch allerdings ohne ein durchgreifendes, auf die sämmtlichen Arten sich erstreckendes Studium der morphologischen nicht nur, sondern auch der anatomischen Verhältnisse nicht möglich.

Unter den americanischen Cupanieen ist mir nur eine Pflanze mit Blighia-Kelch bekannt geworden, welche sich zugleich durch die Gestalt ihrer Blumenblätter auszeichnet, so dass der darauf hindeutende Name *Pentascyphus* für die aus ihr zu bildende Gattung passend erscheinen mag. Die Blumenblätter sind nämlich ihrer ganzen Länge nach mit den Rändern einer ungefähr gleich grossen Schuppe verwachsen, so dass sie vollkommen trichter- oder becherförmig erscheinen. Auch das habituelle Gepräge der Pflanze ist ein eigenthümliches, besonders was die walzenförmige Gestalt ihrer Blüthensträusse betrifft.

Mit der Besonderung der 3 Gattungen *Cupania*, *Pentascyphus* und *Matayba* ist übrigens die Reihe

Digitized by Google

der in der ersten Subtribus der Cupanieen zu unterscheidenden Gattungen noch nicht erschöpft. Zwar die mit Matayba-Kelch versehenen americanischen Arten lassen sich alle der Gattung *Matayba* selbst einfügen. Was aber die mit Cupania-Kelch versehenen betrifft, so erscheint es angemessen, von *Cupania* selbst, welche die Hauptmasse der Arten in sich schliesst, 3 Typen als besondere, zur Zeit monotypische Gattungen zu unterscheiden.

Die eine derselben ist *Vouarana* Aubl. (1775), welche sich, wie durch eigenthümlichen Habitus, so durch den zarteren, blumenblattartigen Kelch und die dadurch mehr denen von *Sapindus*, als denen von *Cupania* ähnlich erscheinenden Blüthen, sowie durch einen arillus losen Samen auszeichnet.

Die zweite bildet eine von Martius (1838) als *Cupania multiflora* bezeichnete Pflanze, welche schon durch ihren Habitus und durch die Grösse ihrer Blüthen von *Cupania* abweicht. Leider fehlen Früchte derselben, welche zur näheren Beurtheilung ihres Verhältnisses zu *Cupania* nothwendig wären. Die Blumenblätter aber zeigen gegenüber denen aller anderen americanischen Cupanieen eine derartig abweichende Gestalt — trichterige Vertiefung unter der Mitte ihrer lancettförmigen Platte in Folge der Verwachsung einer zweitheiligen bebärteten Schuppe mit den beiden Rändern des Blumenblattnagels, ähnlich wie bei *Hebecoccus* —, dass es mir als das Gerathenste erscheint, sie bis auf weiteres als den Typus einer besonderen Gattung — *Scyphonychia* — zu betrachten.

Als dritte endlich ist, insofern trotz des Fehlens wichtiger Theile doch die grösste Wahrscheinlichkeit dafür besteht, dass sie zu den Cupanieen zu rechnen sei, die vor allen andern Gattungen dieser Tribus durch ihre doppelt gefiederten Blätter ausgezeichnete Gattung *Dilodendron* [7]) den eben genannten Gattungen anzureihen.

7) Sieh Radlkofer über *Sapindus*, p. 355.

Gehen wir nun an die Betrachtung der die zweite Subtribus bildenden Cupanieen, welche, wie oben erwähnt, durch einen notorrhizen Embryo ausgezeichnet sind, so zeigt sich, dass auch hier die Gattungen in solche mit Cupania-Kelch, Blighia-Kelch und Matayba-Kelch unterschieden werden können. Zweckmässig erscheint es übrigens, da die hieher gehörigen Gattungen nach drei geographischen Hauptgebieten — erstens America, zweitens Africa und drittens Asien nebst Australien im weiteren Sinne, nämlich einschliesslich Polynesiens, in welchem Sinne fortan die Bezeichnung Oceanien gebraucht sein mag — streng gesondert sind, und keine derselben durch irgend eine ihrer Arten in das andere Gebiet übergreift, dieser Sonderung auch in der weiteren systematischen Uebersicht der Gattungen Ausdruck zu geben, und neben der allein das americanische Gebiet vertretenden Gattung *Pseudima* eine Gruppe der africanischen Gattungen und eine weitere der asiatisch-oceanischen Gattungen zu unterscheiden.

Gänzlich isolirt, sowohl in geographischer als in organologischer Beziehung, steht in dieser Subtribus die americanische, aus *Sapindus frutescens* Aubl. (1775) hervorgehende Gattung *Pseudima* Radlk. (1875)[8]) da. Sie zeichnet sich vor allem durch den eigenthümlichen, aus einem Theile des Pericarpes hervorgehenden, falschen Samenmantel aus, wie Aehnliches, aber in geringerem Grade, nur noch bei *Toechima* (s. unten) vorkommt, ferner durch verhältnissmässig grosse Blüthen mit Cupania-Kelch, durch gestreckte, schuppenlose, auf ihrer Innenfläche dicht be-

8) Sieh Radlkofer, sopra l'arillo etc. im Berichte über den i. J. 1875 zu Palermo gehaltenen wissenschaftlichen Congress und in Nuovo Giornale botanico italiano, 1878, Vol. X, No. 2; ferner in den Abhandlungen über die Sapindaceen Holländisch-Indiens, p. 61 und über *Sapindus*, p. 358.

Digitized by Google

haarte Blumenblätter, einen tief becherförmigen, fünfkantigen Discus, subextrorse Antheren und eine nicht zu unterschätzende Eigenthümlichkeit des Blattes, das Vorkommen nämlich kleiner eingesenkter Drüsen auf der unteren Blattfläche, ähnlich denen der Lepisantheen (s. üb. *Sapindus*, p. 269), welche sich in analoger, zum Theile aber schon etwas modificirter Weise unter den Cupanieen hauptsächlich nur noch bei den Arten von *Rhysotoechia* finden.

Was die africanischen Cupanieen, und zwar zunächst die mit Cupania-Kelch betrifft, so stehen dieselben allem Anscheine nach den Cupanieen der ersten Subtribus näher als die übrigen, und der Gattung *Cupania* selbst sehr nahe. Nichtsdestoweniger ist wohl gemäss dem über die Embryobeschaffenheit Gesagten hinsichtlich der Nothwendigkeit einer Trennung derselben von *Cupania* selbst kaum mehr ein Wort zu verlieren.

Für dieselben sind schon von älteren Autoren 3 Gattungen gebildet worden: *Molinaea* Comm. ed. Juss., 1789 (Gelonium Gärtn. 1791), *Gelonium* (non „Gaertn.") Du Petit-Thouars, 1806, welcher Name wegen der um ein Jahr älteren Euphorbiaceen-Gattung *Gelonium* Roxb. ed. Willd. (1805) durch den später, 1819, von Roemer und Schultes dafür vorgeschlagenen *Tina* zu ersetzen ist, und *Blighia* Koen., 1806 (*Akeesia* Tussac, 1808; *Bonannia* Raf. 1811). Ihnen sind nur 2 neue Gattungen hinzuzufügen: *Laccodiscus*, aus *Cupania ferruginea* Bak. hervorgehend, und die vor Jahresfrist erst publicirte *Aporrhiza* Radlk. Nur die ersten beiden dieser Gattungen umschliessen zur Zeit mehr als je eine Art.

Der Gattung *Cupania* am ähnlichsten von allen diesen ist *Molinaea*, so ähnlich, dass Jussieu selbst, wie Persoon berichtet, in späteren Jahren einer Vereinigung derselben mit *Cupania* das Wort gesprochen hat, gleichwie Dryander 1792 (resp. 1794) in den Transactions der

Linnaean Society. Sie stimmt ausser durch den Kelch durch den Bau der Frucht und die Beschaffenheit des Arillus, abgesehen von einem spornartigen Fortsatze desselben bei einigen Arten (kürzer, aber sonst ähnlich dem, wie er weiter unten für *Guioa* und ***Mischocarpus*** hervorzuheben sein wird), sehr nahe mit *Cupania* überein. Der wichtige Unterschied in der Beschaffenheit des Embryo vermag dadurch jedoch nicht verwischt zu werden. Der Embryo ist notorrhiz (wie ihn schon Gärtner tab. 139 für ***M. cupanioides*** dargestellt hat) mit (gelegentlich etwas schief) übereinander gelagerten (stärkereichen) Cotyledonen, das Würzelchen an der Aussenseite des Samens über die Rückenfläche des einen Cotyledons herabsteigend. Die Verschiedenheit von *Cupania* tritt weiter für die meisten Arten deutlich auch in der Beschaffenheit der Blumenblätter hervor. Diese sind meist spatelförmig gestreckt, denen von ***Pseudima*** ähnlich und wie diese gewöhnlich schuppenlos, übrigens mit breiterer Platte als bei der eben genannten Gattung und auf der Innenseite minder stark behaart. Nur bei wenigen Arten kommt durch geringe Einschlagung der Ränder eine rudimentäre Schuppenbildung zu Stande. Auch die Staubgefässe sind von denen der echten Cupania-Arten verschieden, die Filamente weniger schlank, die Antheren verhältnissmässig lang und dick. Besonderer Art ist ferner der Griffel; an seiner Spitze nämlich nicht in 3 Narben gespalten, sondern nur mit 3 sutural stehenden Narbenlinien bis über seine Mitte herab versehen. Eigenthümlichkeiten der vegetativen Organe fehlen nicht. Die gewöhnlich lederigen, meist weitläufig netzaderigen, stets ganzrandigen und mit breiten glatten Stielchen versehenen Blättchen lassen die Arten in ihrem habituellen Gepräge im allgemeinen mehr denen von ***Matayba*** als denen von *Cupania* ähnlich erscheinen. Die seitlich stets tief gelappte Frucht mit zusammengedrückten flügelartigen Fächern findet ihrer Gestalt und ihrem Baue nach ihre Analogieen

Digitized by Google

ebensowohl bei gewissen *Matayba*-Arten (*M. arborescens, longipes* etc.) als bei *Cupania*-Arten (*C. platycarpa, racemosa*). Der Same ist, wie bei diesen beiden Gattungen (und der folgenden) mit Arillus versehen und bis über die Hälfte oder ziemlich vollständig davon umhüllt.

Von Molinaea ist *Tina* verschieden durch die deutlichere, der von *Matayba* sich nähernde Schuppenbildung der Blumenblätter, durch den kürzer stigmatosen Griffel und durch die an *Vouarana* erinnernde, platte und, wie schon Thouars hervorhob, „biloculäre, acuminirte" Frucht. Bei *Molinaea* habe ich stets 3 Fruchtfächer gesehen, von denen aber das eine nicht selten derartig verkümmert, dass es leicht übersehen werden kann, wie das auch bei Gärtner bezüglich der wohl zweifellos hieher zu rechnenden Frucht von *Gelonium cupanioides* Gärtn., d. i. *Molinaea cupanioides* m., der Fall gewesen zu sein scheint. Im Habitus ferner ist *Tina* von *Molinaea* verschieden durch mitunter gezähnte oder gekerbte und bei den übrigen Arten durch lederig starre Blättchen. Sie scheint lediglich der Insel Madagascar anzugehören.

Laccodiscus (von λάκκος Grube, wegen des vertieften Discus) mit nur einer Art (*L. ferrugineus* m., aus *Cupania f.* Baker hervorgehend), liegt nur in unvollständigem Materiale vor, doch erweist sich dasselbe nach mehrfachen Beziehungen als sui generis. Die Kelchblätter sind verhältnissmässig schmal und gekielt; die Blüthenknospen desshalb fünf-rippig. Die Blumenblätter sind denen von *Pseudima* noch ähnlicher als die von *Molinaea*. Das Pericarp ist ausgezeichnet durch starke, radiär (fast wie bei *Talisia*) die Fruchtwand durchsetzende Gruppen von Sklerenchymzellen. Abgesehen von den sägezähnigen Blättchen ist das Aussehen der Pflanze und namentlich der dicht und dunkel behaarten Blüthenknospen ähnlicher dem einer *Deinbollia*, als einer *Cupania*.

Blighia ist ausgezeichnet durch die Beschaffenheit ihres Kelches, von welcher schon oben des näheren die Rede war. Ebenso durch die zungenförmig gestreckten Blumenblätter, welche durch bald mehr bald weniger hoch hinaufgehende Verwachsung mit einer halb so langen Schuppe an der Basis etwas sackartig und denen von *Eriocoelum* zunächst ähnlich sind. Ferner durch einen ziemlich dicken polsterförmigen Discus und eine grosse birnförmige Frucht mit einem saponinartigen Körper im Parenchyme. Der Gehalt an diesem macht es unwahrscheinlich, dass das Pericarp geniessbar sei. Der allein essbare Theil der Frucht, welcher der Pflanze den Beinamen „sapida" verschafft hat, ist wohl der Arillus, der übrigens, so viel die kaum halbreifen Samen unvollständig ausgebildeter Früchte, wie sie eben vorliegen, beurtheilen lassen, nicht einen Samenmantel im eigentlichen Sinne des Wortes, sondern mehr nur ein arillos-fleischig gewordenes, unter dem Samen wulstig hervortretendes Samenpolster darstellt.

Aporrhiza schliesst sich durch den Kelch an *Blighia* an und ist vorzugsweise ausgezeichnet durch die zum grössten Theile arillusartige Testa des Samens und durch die weite Abrückung der Micropyle und damit des Würzelchens vom Nabel; ferner durch das wie bei *Guioa* beschaffene Endocarp. Die Blumenblätter besitzen eingeschlagene Ränder, welche wenig hervortretende Schüppchen darstellen. (Weiteres über die Pflanze sieh in diesen Sitzungsberichten, 1878, p. 338.)

Von africanischen Cupanieen mit Matayba-Kelch sind nur vier Arten bekannt.

Zwei derselben sind schon von Hooker f. unter dem Namen *Eriocoelum* als eine besondere Gattung aufgefasst worden. Da diese bisher unbeanstandet geblieben, erscheint ein weiteres Eingehen auf sie hier überflüssig.

Digitized by Google

Die beiden anderen hat Baker bei *Blighia* unterzubringen versucht, bei der sie aber zweifellos ihr Verbleiben nicht finden können. Schon die Beschaffenheit des Kelches steht dem entgegen. Sie sind vielmehr als eine besondere Gattung anzusehen, welche mit Rücksicht auf den flach schalenförmigen Discus den Namen *Phialodiscus* erhalten mag. Sie sind ausser durch den Kelch und Discus durch trichterförmige Blumenblätter (ähnlich denen von *Pentascyphus*, *Lepidopetalum* und *Paranephelium*) ausgezeichnet. Weiter ist hervorzuheben, dass bei ihnen, wie auch bei den Arten von *Eriocoelum* und *Blighia*, die Blätter verschleimte Epidermis-Zellmembranen besitzen, ein Verhältniss, welches bei den americanischen Cupanieen nirgends, wohl aber wieder bei gewissen Gattungen der asiatisch-oceanischen Gruppe (*Jagera*, *Trigonachras* und *Lepidopetalum*) zu treffen ist.

Ich wende mich nunmehr der Betrachtung der asiatisch-oceanischen Gruppe zu.

In dieser Gruppe der zweiten Subtribus sind 5 Gattungen durch Cupania-Kelch ausgezeichnet: *Guioa*, *Cupaniopsis*, *Rhysotoechia*, *Lepiderema* und *Dictyoneura*.

Die erst genannte Gattung, *Guioa* Cavan., ist in einer ansehnlichen Zahl von Arten (28) weit verbreitet: von dem Binnenlande Hinterindiens, von Birma, über Malacca und die asiatische Inselwelt bis nach Neuholland und Polynesien. *Cupaniopsis*, an Arten fast ebenso reich (23), ist in Neuholland und den östlich nahe gelegenen Inseln, namentlich in Neu-Caledonien und auf den Fidji-Inseln heimisch. Neuholland und den nördlich ihm nahe liegenden Inseln gemeinsam ist *Rhysotoechia* mit verhältnissmässig wenigen Arten. Lediglich aus ein paar dieser Inseln bekannt ist zur Zeit *Dictyoneura* mit nur zwei, und *Lepiderema* mit blos einer Art.

Digitized by Google

Guioa ist von den übrigen in Betrachtung stehenden Gattungen ebenso durch Eigenthümlichkeiten der Blüthentheile, besonders der Blumenblätter, als der Frucht und des Samens (in morphologischer und anatomischer Hinsicht), gleichwie auch durch das habituelle Gepräge, welches auch sterile Materialien meist ohne Schwierigkeit und mit grosser Sicherheit als zu dieser Gattung gehörig erkennen lässt, ausgezeichnet.

Manche dieser Eigenthümlichkeiten wurden mit Recht schon von denjenigen hervorgehoben, welche der Gattung bald unter diesem, bald unter jenem Namen eine besondere Stellung zuerkannten.

Für Cavanilles (1797) und Blume (1847), welcher ohne Bezugnahme auf ersteren einen Theil der betreffenden Pflanzen als *Sectio Pleuropteris* in der Gattung *Cupania* aufführt, war es die Frucht; für Labillardière (*Dimereza*, 1825) und Sprengel (*Diplopetalon*, 1827) waren es die Blumenblätter; für Blume weiter noch, was eine andere hieher gehörige Pflanze betrifft, der Discus (*Hemigyrosa Perrottetii* Bl. 1847).

Die Blumenblätter besitzen je eine tief zweitheilige („*Dimereza*") oder wenn man lieber will, je zwei neben einander stehende Schuppen, welche zusammen ungefähr gleiche Grösse wie das Blumenblatt selbst besitzen und dasselbe gleichsam verdoppelt erscheinen lassen („*Diplopetalon*"). Jede dieser Schuppen, oder, wie ich der Deutlichkeit halber und indem ich von den Fällen ausgehe, in welchen sich dieselben augenscheinlich als Theile einer Schuppe zu erkennen geben, sagen will, jede dieser Schuppenhälften ist an ihrer Spitze nach dem Centrum der Blüthe zu übergebogen und trägt aussen auf dem Rücken der dadurch entstehenden Wölbung einen von dem verdickten inneren (der anderen Schuppenhälfte zugekehrten) Rande aus sich erhebenden, keulenförmigen oder ein gestieltes

Digitized by Google

Knöpfchen darstellenden kammartigen Fortsatz [illegible] — dadurch stark an die Schuppen der oberen Blumenblätter von *Paullinia* und deren nächsten Verwandten erinnernd, welche Schuppen man sich sammt ihrer Crista nur der Länge nach halbirt denken darf, um die Aehnlichkeit recht in die Augen springend zu machen. Bei keiner amerikanischen, bei keiner africanischen Cupanie findet sich von einer solchen Crista auch nur die leiseste Spur, wohl aber ausser bei *Guioa* noch bei anderen Cupanieengattungen aus dem Verbreitungsbezirke von *Guioa*, welche aber zu den mit Matayba-Kern versehenen gehören, von denen später die Rede sein soll (*Euphoriopsis*, *Sarcopteryx*, *Jagera*, *Trigonachras*, *Toechima*, *Synima*).

Auch noch ein anderes Verhältniss der Blüthe erinnert an die Paullinieen, nämlich die schon von Blume für seine *Hemigyrosa Perrottetii* hervorgehobene gelegentliche Verkümmerung oder völlige Unterdrückung eines Blumenblattes unter gleichzeitiger einseitiger Ausbildung des auf diese Weise mehr oder minder halbringförmig werdenden Discus, wornach Blume den Gattungsnamen „*Hemigyrosa*" für die eben erwähnte Pflanze wählte. Doch kommt dieses Verhältniss nicht allen Arten zu, charakterisirt also nicht die Gattung, sondern lässt sich höchstens zur Bildung von Sectionen verwenden, wie ich schon an anderer Stelle dargelegt habe (s. diese Sitzungsberichte, 1878, p. 275 und holländisch-indische Sapindaceen, Nachträge, p. 90).

Die Frucht erscheint in Folge geringer Entwickelung der Fruchtscheidewände bei beträchtlicher Ausdehnung der Fächer in radiärer Richtung tief dreilappig (gleichsam dreiflügelig) und ist ausgezeichnet durch den anatomischen Bau ihres Endocarpes, welches aus ähnlichen Zellen, wie das Endocarp von ***Aphania*** gebildet ist (s. diese Sitzungsberichte, 1878, p. 239 f.). Es verräth sich dieser Bau

schon dem unbewaffneten Auge und dem Gefühle durch eine grosse Glätte und Compactheit auch des befeuchteten Endocarpes, so dass dessen Eigenthümlichkeit am kürzesten durch die Bezeichnung desselben als „knorpelartig" hervorgehoben werden kann. Bei keiner anderen Cupaniee, mit alleiniger Ausnahme von *Aporrhiza*, habe ich diese Beschaffenheit des Endocarpes wieder beobachtet, während sie für *Guioa* bei allen Arten, von denen überhaupt Früchte vorliegen, sich ausnahmslos fand, den übrigen Charakteren der Gattung stets zugesellt erscheinend.

Der Same ist von einem dünn hautartigen Arillus fast ganz überdeckt. Das Gewebe um Nabel und Micropyle, aus welchem der Arillus sich erhebt, bildet zugleich auf Seite der Micropyle (an der Basis des Samenrückens) einen nach unten gerichteten eigenthümlichen, lang gestreckten Fortsatz, welcher, durch wiederholte schlangenartige Biegung auf einen kleinen Raum zusammengedrängt, den Winkel des Fruchtfaches unter der Anhaftungsstelle des Samens ausfüllt.

Der Embryo (mitunter etwas schief notorrhiz) besitzt ziemlich platte, gekrümmte, resp. S-förmig hin- und hergebogene Cotyledonen und ein nahezu der ganzen Länge des Samens nach herabsteigendes Würzelchen. Er zeichnet sich durch das fast gänzliche Fehlen von Amylum aus, welches durch Oel ersetzt ist.

Was den Habitus betrifft, so ist hervorzuheben, dass Rinde und Laub bei allen Arten durch eine eigenthümlich dunkle, fast chocoladebraune, von Gerbstoffgehalt herrührende Färbung sich auszeichnen. Die Blättchen sind in der Regel ganzrandig und bald mehr bald minder ungleichseitig. Ferner bemerke ich, dass die Arten von *Guioa*, ähnlich wie unter den Cupanieen noch die von *Storthocalyx*, *Gongrodiscus* und ein paar von *Cupania*, fast zur Hälfte jene eigenthümliche papillöse Erhebung der Epidermiszellen der Blattunterseite zeigen, welche diese Seite

Google

glanzlos, matt und glaucescent erscheinen lässt, wie das besonders in der Gruppe der Nephelieen, bald bei allen Arten einer Gattung, bald auch nur bei einem Theile derselben der Fall ist (s. holländ.-indische Sapindaceen, p. 70 rücksichtlich *Nephelium*, p. 93 rücksichtlich *Alectryon*, p. 90 rücksichtlich *Guioa* selbst). Auch die innere Beschaffenheit des Blattes nach Anordnung und Inhalt der Zellen des schwammförmigen und des Pallisaden-Gewebes zeigt einen gemeinschaftlichen Typus. Noch andere Verhältnisse, wie Gestalt und Stellung der Inflorescenzen, können hier übergangen werden; sie sind dem Angeführten gegenüber für die Charakterisirung der Gattung und die Darlegung ihrer Selbständigkeit nicht mehr von Belang.

Cupaniopsis wiederholt am reinsten unter den notorrhizen Cupanieen den Typus der echten Cupanien, sowohl was die Gestaltung des Kelches und damit der Blüthenknospen, als was die Beschaffenheit der Frucht und des meist ganz vom Arillus bedeckten Samens betrifft. Auch die Blumenblätter sind wenigstens bei der einen Gruppe der hieher zu rechnenden Gewächse, welche darnach und mit Rücksicht auf das Vorkommen von drüsenartigen sogenannten Schildhaaren oder Schülferchen (lepides) an den Blüthen und den jungen vegetativen Theilen in eine besondere Section „*Mizopetalum*“ sich zusammenfassen lassen, denen von *Cupania* selbst ziemlich ähnlich, die Kelchblätter an Länge wenigstens erreichend und mit entsprechend ausgebildeten, aber kammlosen Schuppen versehen. Bei einer anderen Gruppe, die Section „*Elattopetalum*“ bildend, sind sie im Verhältniss zu den Kelchblättern klein (s. z. B. die Abbildung von *Cupaniopsis Wadsworthii* in Ferd. v. Müller's Fragm. IV, tab. 26, f. 1, woselbst der Pflanze übrigens aus Irrthum mit zwei Samenknospen versehene Fruchtknotenfächer zugeschrieben und eine Stelle bei *Harpullia* angewiesen wird), ganz unter den Kelchblättern ver-

Google

borgen, selbst eigentlich nur schuppenförmig und an ihrer Basis mit kürzeren oder längeren, über den Discus der Blüthe hereingebogenen und diesem aufliegenden, kammlosen Schuppen versehen. Der stärkereiche, bei den neucaledonischen Arten der Section *Elattopetalum* auch Harz führende Embryo besitzt mit nur wenigen Ausnahmen *(C. foveolata, subcuneata)* über einander liegende, halbellipsoidische Cotyledonen und ein über den Rücken des unteren Cotyledons herabsteigendes, selten nur ein verkürztes, fast punktförmiges, in einer äusserst schwachen Vertiefung der Samenschale am Rücken des Samens gelegenes Würzelchen *(C. oedipoda, ganophloea)*. Von weiteren Eigenthümlichkeiten mögen nur noch die langen und dicken Antheren erwähnt sein. Im Habitus zeigen die zu dieser Gattung zu rechnenden Gewächse nicht allgemein, wohl aber gruppenweise, ähnlich wie bei *Cupania* selbst, eine nahe Uebereinstimmung.

Eine solche allgemeinere Uebereinstimmung zeichnet dagegen die Arten aus, welche ich wegen gänzlichen Mangels der Blumenblattschuppen oder nur kümmerlicher Ersetzung derselben durch drüsige Anhängsel oder starke Behaarung von *Cupaniopsis* zu unterscheiden und unter dem Namen ***Rhysotoechia*** in eine besondere Gattung zu vereinigen mich veranlasst sehe. Dieselben sind zugleich durch dünnere und stellenweise durch und durch fleischige Fruchtwandungen, welche demgemäss nach dem Aufspringen (wie ich in dem Namen angedeutet) eine stärkere Schrumpfung und Runzelung erfahren, gegenüber den meisten Arten von *Cupaniopsis* ausgezeichnet; ferner, bis auf eine Art, durch die Besetzung des Endocarpes mit gestielten, dem unbewaffneten Auge schon erkennbaren Drüsen; alle weiter durch eine mangelhafte, auf Umbildung eines knotenförmigen Vorsprunges des Samenpolsters in eine fleischige, kaum die Basis des Samens überdeckende, gelbe Masse beschränkte Arillusbildung.

Digitized by Google

Was den Habitus betrifft, so ist die markige Beschaffenheit der Zweige und damit zusammenhängend ihr verhältnissmässig geringes Gewicht, die gelbgrüne Farbe der Blättchen und Rinde und das (nur bei einer Art mangelnde) Auftreten von mehr oder minder eingesenkten, länger oder kürzer gestielten Drüsen auf beiden Blattflächen (an die bei *Lepisanthes* und verwandten Gattungen erinnernd) hervorzuheben.

Obwohl nur durch mangelhaftes Material vertreten, schien mir von *Rhysotoechia* eine Pflanze mit schuppenlosen Blumenblättern unterschieden werden zu müssen, welche sich, abgesehen von eben diesen, durch die blumenblattartige Beschaffenheit der Kelchblätter, die nach der Gestaltung des Fruchtknotens zu erwartende Form der Frucht und durch das Vorkommen von Lepides an der Inflorescenz und den Blattstielen manchen Arten von *Cupaniopsis* aus der Section *Mizopetalum* mehr als den Arten von *Rhysotoechia* zu nähern scheint, durch das Vorkommen von Spaltöffnungen auch auf der Oberseite der Blättchen aber ganz eigenartig unter allen Cupanieen dasteht. Es wird erst nach dem Bekanntwerden weiteren und zumal fructificirten Materiales die generische Selbständigkeit dieser Pflanze — *Lepiderema m.* — näherer Prüfung unterstellt werden können.

Was endlich *Dictyoneura* Bl. betrifft, so sind gegenwärtig noch nicht mehr als die schon Blume bekannt gewesenen 2 Arten vorhanden. Dieselben geben sich auf den ersten Blick durch die ausserordentlich zart netzaderigen, dünnen Blättchen als etwas Eigenartiges zu erkennen. Der Mangel der Blumenblätter, die Entwickelung nur der episepalen Staubgefässe, die kleine, spät aufspringende Frucht mit innerer beinharter Schale, der kurze Arillus — all das bestätigt diese Eigenartigkeit, welcher Blume meiner Meinung nach mit Recht durch die Zusammenfassung dieser beiden Pflanzen in eine besondere Gattung Ausdruck gegeben hat.

Was die asiatisch-oceanischen Gattungen mit Blighia-Kelch betrifft, so sind nur 3 solche anzuführen, von denen zugleich die dritte *(Euphoriopsis)* bereits ein Uebergangsverhältniss zu den Gattungen mit Matayba-Kelch (zunächst zu *Sarcopteryx)* darbietet und durch das Bekanntwerden der Frucht nicht unwahrscheinlich zu einem Ausweichen nach dieser Seite hin (vielleicht sogar zum Eintritt in die Gattung *Sarcopteryx* selbst) genöthigt werden mag.

Am deutlichsten ist die in Rede stehende Beschaffenheit des Kelches ausgebildet bei einer Gruppe neucaledonischer Arten, für welche der Gattungsname „Zackenkelch — *Storthocalyx*" passend erscheinen mag. Die Kelchblätter stellen hier gleichschenkelige Dreiecke dar, deren Höhe die Basis etwa um das Doppelte übertrifft, und sind in der Knospe mit etwas eingebogenen Rändern einander klappig anliegend. Die Blumenblätter sind mit langem Nagel und fast nierenförmiger Spreite versehen, welch letztere an ihrer Basis kaum merklich aufwärts gebogene Ränder (an Stelle eigentlicher Schuppen) besitzt. Die Frucht ist der mancher *Cupaniopsis*-Arten *(C. apiocarpa etc.)* an Grösse, Derbheit der Schale und Behaarung auf der äusseren und inneren Fläche ähnlich. Der Arillus ist gleichsam halbirt, nur die Bauchseite des Samens bis auf dessen halbe Höhe überdeckend, nach den Seitenflächen des Samens in fransige Ränder auslaufend. Der Embryo mit über einander liegenden Cotyledonen und am Rücken des Samens herabsteigendem Würzelchen ist durch grünliche Farbe ausgezeichnet. Von der papillösen Unterseite der dicklichen, auch durch übereinstimmende, eigenartige Beschaffenheit des Gewebes im Inneren ausgezeichneten Blättchen war schon oben bei *Guioa* die Rede.

Dem Verhalten des Kelches nach reiht sich hier die monotypische, australische Gattung *Diploglottis* Hook. f. an. Sie ist ausgezeichnet durch die kammführenden

Schuppen ihrer Blumenblätter und durch den einseitig entwickelten Discus. Der hiemit gegebene symmetrische Bau der Blüthe (mit einer durch das vierte Kelchblatt gehenden Symmetralen) erscheint in der Regel durch Unterdrückung des diametral dem vierten Kelchblatte gegenüber liegenden Blumenblattes (ähnlich wie mitunter bei den *Guioa*-Arten aus der Section *Hemigyrosa*, um von einer Vergleichung mit Gattungen anderer Tribus abzusehen) noch weiter ausgeprägt. Seltener sind (wie in den von F. v. Müller als *Cupania diphyllostegia* bezeichneten Exemplaren) alle 5 Blumenblätter (und dann gewöhnlich auch 10 Staubgefässe) ausgebildet. Die Fruchtschale ist dünn pergamentartig; der Same seitlich zusammengedrückt, ganz vom Arillus überdeckt bis auf die Rückenkante; die Samenschale ganz aus zusammengedrücktem, schwammförmigem Gewebe in vielen Schichten gebildet, während sonst bei den Cupanieen gewöhnlich die äusserste Schichte aus senkrecht zur Samenoberfläche stehenden, mehr minder gestreckten, prismatischen Zellen gebildet ist. Die Cotyledonen sind aufrecht stehend, der äussere kleiner; das Würzelchen unter ihnen nach innen gerichtet. Weiteres über die Eigenartigkeit dieser von allen Autoren anerkannten Gattung Hooker's beizufügen erscheint überflüssig.

In der Beschaffenheit der Blumenblätter, durch die mit einem Kamme versehenen Schuppen nämlich ihr ähnlich, aber durch einen regelmässigen Discus davon verschieden ist die lediglich nach Blüthenexemplaren schon früher von mir aufgestellte Gattung *Euphoriopsis* (s. holländisch.-ind. Sapindac., p. 19, 58, 88), welche zugleich nahe Verwandtschaft mit der Gattung *Sarcopteryx* aus der Gruppe der mit Matayba-Kelch versehenen asiatischen Gattungen zeigt, wie schon oben erwähnt. Das Bekanntwerden der Frucht wird über das Verhältniss zu dieser erst volle Klarheit gewinnen lassen. Sie schliesst nur eine, schon von Roxburgh als

Sapindus longifolius aufgeführte Art in sich. Durch ihren Namen wollte ich zunächst auf die Aehnlichkeit ihres Kelches mit dem der *Euphoria*-Arten (gegenüber dem Matayba-artigen Kelche von Nephelium) hinweisen. Das Vorkommen kleiner gestielter Drüsen auf den Blättern hat die Pflanze, wie mit vielen anderen Cupanieen, so unter den ihr zunächst stehenden gemein mit *Diploglottis* und mit *Jagera*, einer selbst wieder mit *Sarcopteryx* nahe verwandten Gattung; bei *Sarcopteryx* selbst fehlen sie.

Gehen wir nun schliesslich an die Classificirung der asiatisch-oceanischen Cupanieen mit Matayba-Kelch, so zeigt sich, dass dieselben nach ähnlichen Anhaltspunkten, wie sie auch im Vorausgehenden zur Bildung der Gattungen verwendet worden sind, in 10 Gattungen gruppirt werden können. Wie für die vorausgehend betrachteten Gattungen ist es neben der Beschaffenheit des Keimlings und des Kelches die Gestaltung der Blumenblätter und des Discus, die morphologische, anatomische und chemische Beschaffenheit des Fruchtgehäuses, die Gestaltung des Arillus und in Verbindung mit diesen wichtigeren Momenten das anatomische und mikrochemische Verhalten der Blätter, welches die Grundlage für die Umgrenzung der betreffenden Gattungen an die Hand gibt.

Als neu kommt nur ein Moment im Baue der Frucht hier hinzu, nämlich das Auftreten unvollständiger Scheidewände in der somit als einfächerig erscheinenden Frucht bei der zur Zeit aus zwei Arten bestehenden neucaledonischen Gattung *Gongrodiscus*, welche sich gleichzeitig durch die chemische Beschaffenheit des von einem gummiharzartigen, in Wasser unvollständig, in Alkohol leicht löslichen Körper erfüllten Sarcocarpes, die Gestaltung der Blumenblätter, des Discus und der Cotyledonen (s. im Conspectus generum), sowie durch die papillöse Epidermis der Blattunterseite auszeichnet.

Digitized by Google

Ein besonderes Verhalten zeigt weiter der schon von Cambessedes (Mem. Mus., XVIII, T. 3) abgebildete, in ähnlicher Weise wie bei *Guioa* auftretende, aber gerade Fortsatz des Arillus bei ***Mischocarpus***, der in den hier hohlen, von einer Fortsetzung der Fruchtfächer durchzogenen Fruchtstiel sich einsenkt.

Bemerkenswerth ist für ***Arytera*** das hier häufiger als anderwärts (z. B. bei ***Matayba arborescens, Cupaniopsis anacantha, crassivalvis*** etc.) sich zeigende Vorkommen von besonderen mit Harz erfüllten Zellen im Embryo, und das (wie bei ***Cupaniopsis***) eine besondere Artgruppe (die Section *Azarytera*) charakterisirende (und zugleich an ***Lepiderema*** erinnernde) Auftreten von drüsenartigen Schülferchen (lepides).

Eigenthümlich ist die Inflorescenz von ***Elattostachys***, welche, wie das übrigens gelegentlich auch bei Arten anderer Gattungen (z. B. ***Cupania heterophylla, Molinaea macrantha, Cupaniopsis oedipoda***) der Fall ist, dadurch, dass anstatt der knäuelförmigen Dichasien oder Wickeln lauter oder fast lauter Einzelblüthen von der gelegentlich selbst auch ganz unverzweigten Rhachis der Inflorescenz producirt werden, eine trauben- oder ährenförmige und bei den Arten mit dicht gedrängten Blüthen ***(E. incisa***, *apetala* etc.) eine kätzchenförmige Gestalt annimmt.

Wohl zu beachten ist für die gleiche Gattung ***Elattostachys***, gleichwie für ***Sarcopteryx*** und ***Jagera***, die mit der oben für *Guioa* angegebenen nahe übereinstimmende Beschaffenheit des Embryo.

Eine durchaus oder doch überwiegend fleischige Ausbildung des Pericarpes zeichnet die Gattung ***Sarcotoechia*** aus.

Als besondere Eigenthümlichkeiten, welche die Charakterisirung der übrigen Gattungen dieser Gruppe unterstützen, mögen schliesslich noch und zwar zunächst in

Bezug auf die 5 mit kammtragenden Blumenblattschuppen versehenen Gattungen erwähnt sein: der Gehalt an saponinartiger Substanz in den Früchten von **Sarcopteryx**, *Jagera* und *Trigonachras*, weiter auch bei *Lepidopetalum*; die Verschleimung der Epidermiszellmembranen bei *Jagera* und *Trigonachras*, wie weiter auch bei *Lepidopetalum*; die an **Pseudima** erinnernde pericarpiale Arillusbildung bei **Toechima** und dem gegenüber die an *Aporrhiza* sich anlehnende theilweise Umbildung der Samenschale selbst (bis auf einen schmalen Rückenstreifen) zu einer Art mit dem Samen gleichsam verwachsenen Samenmantels bei **Synima** (σύν zusammen, εἷμα, ἷμα Mantel). Endlich die trichter- oder fast schildförmige Gestalt der Blumenblätter bei *Lepidopetalum* und *Paranephelium* und für letztere Gattung noch das einzig für die Cupanieen dastehende Vorkommen echter Endblättchen.

Ich glaube im Hinblicke auf die Beleuchtung, welche all die wesentlicheren der die Gattungen hier charakterisirenden Verhältnisse schon bei der Behandlung der vorausgehenden Gruppen oder in früheren Mittheilungen (über die holländisch-indischen Sapindaceen, über *Sapindus* etc.) erfahren haben, einer weiteren Betrachtung über ihr Zusammenwirken zur Besonderung jeder dieser Gattungen und damit einer Einzelbetrachtung dieser selbst mich entschlagen und an ihre Stelle lediglich die im folgenden Conspectus generum gegebene, das Wichtigste zusammenfassende Charakteristik treten lassen zu können, auf welche hiemit verwiesen sei.

Dem Conspectus generum lasse ich in einer nomenclatorischen Tabelle eine Aufzählung der bisher bekannt gewordenen Arten der verschiedenen Cupanieengattungen, sowie der mit Unrecht auf diese bezogenen und deshalb auszuschliessenden Arten folgen, in welcher zugleich

Digitized by Google

die Synonymie der einzelnen Arten und Gattungen ihre Darlegung findet.

Der nomenclatorischen Tabelle endlich füge ich entsprechende Zusätze bei, welche für die mehrgliedrigen Gattungen eine diagnostische Uebersicht ihrer Arten und in diesem engen Rahmen zugleich die kurze Charakteristik der neuen Arten enthalten, sowie erläuternde, historische und kritische Bemerkungen, wie sie zur Klärung einzelner Theile angemessen erscheinen.

Nur einen Punkt möchte ich, ehe ich zu diesen Abschnitten übergehe, noch berühren. Es ist das die Frage, ob es nicht zweckmässiger gewesen wäre, die nicht unbeträchtliche Zahl von Gattungen, welche hier zur Aufstellung oder zur Wiederaufnahme gelangen, wie das für die letzteren ja bereits beliebt worden war, nur als Theile der Gattung *Cupania* zu betrachten und, unbeschadet der in ihnen versuchten und wenigstens theilweise vielleicht auch erreichten natürlichen Gruppirung der hieher gehörigen Gewächse, durch die Auffassung dieser Gruppen als bloser Sectionen oder auch als sogenannter Untergattungen, statt als selbständiger Gattungen, möglichster Vereinfachung des Systemes Raum zu geben.

Ich will, indem ich diese Frage berühre, mehr darauf hindeuten, dass ich sie nicht ausser Erwägung gelassen habe, als etwa versuchen, sie endgiltig zu entscheiden. Eine solche Entscheidung kann ja nicht von Einzelnen getroffen werden, deren Urtheil stets, entsprechend dem Bedürfniss nach blos allgemeinerer oder speciellerer Orientirung, nach grösserer oder geringerer Bestimmtheit des mit einem Gattungsnamen zu verknüpfenden Begriffes, ein verschiedenes sein wird. Eine solche Entscheidung ergibt sich erst mit der Zeit nach mannigfachen Schwankungen hinüber und herüber unter dem Zusammenwirken des Urtheiles vieler bei der weiteren Ausgestaltung des Systemes,

und das lässt mich hoffen, dass wenigstens mit der Zeit meine Auffassung Geltung gewinnen werde, und dass die hier getroffenen Unterscheidungen als erwünschte Basis zu weiterem Vorschreiten seiner Zeit nicht minder willkommen sein werden, als mir selbst zum Beispiele die so lange bei Seite gelassenen Unterscheidungen Blume's es gewesen sind.

Mir erscheint zur Zeit, wie ich schon an anderer Stelle ausgesprochen habe, die Vereinigung des wirklich Verwandten zu einer Gruppe als weit wichtiger für die Förderung des Systemes, als die Werthbestimmung der einzelnen Gruppe. Nur um des Namens willen, den eine gewonnene Gruppe tragen soll, erscheint es unerlässlich, sich sofort auch für irgend eine solche Werthbestimmung zu entscheiden — vor allem natürlich unter Bedachtnahme darauf, dass nur möglichst gleichwerthige Gruppen nach demselben Modus bezeichnet werden.

Dieses Ziel im Auge gehalten erscheint mir, so wie die Dinge hier gelegen sind, nur zweierlei zulässig. Entweder man fasst die ganze Gruppe der Cupanieen, welche nach der der Paullinieen die artenreichste der Familie ist, den übrigen Tribus sicher gleichwerthig und in keine derselben einfügbar, als aus einer einzigen Gattung bestehend auf, innerhalb welcher dann die hier als Gattungen betrachteten engeren Gruppen als Sectionen oder Subgenera zu unterscheiden sind; oder es sind eben diese engeren Gruppen selbst als Gattungen anzusehen.

Ich habe geglaubt, mich für das Letztere entscheiden zu sollen, da, wie ich schon eingangs hervorgehoben und weiterhin dargelegt habe, die Gesammtgruppe entfernt nicht jene Einheit der Organisation zeigt, wie sie sonst bei den Gattungen der Sapindaceen, auch den artenreichsten, zu beobachten ist. Die Gesammtgruppe der Cupanieen scheint mir nicht als einer dieser Gattungen gleichwerthig angesehen werden zu können.

Digitized by Google

Für manche der hier unterschiedenen Gattungen sind freilich die Unterschiede, welche sich zur Zeit anführen lassen, etwas subtil und hinsichtlich ihres Gewichtes noch nicht befriedigend — für jene nämlich, welche nur auf unvollständiges Material basirt sind, das übrigens einer Einfügung in andere Gattungen widerstrebte, und das wohl der Florist und Compilator, nicht aber, wie ich meine, der Monograph einfach bei Seite liegen lassen darf. Solche Gattungen mögen immerhin wesentlichen Veränderungen, theilweise selbst, wie ich das gelegentlich schon angedeutet habe, einer schliesslich doch noch möglich werdenden Vereinigung mit anderen entgegengehen. Im allgemeinen aber wird aus dem folgenden Conspectus wie aus dem Vorausgehenden unschwer zu ersehen sein, dass es wichtige Momente und in den analogen Gruppen Momente von gleichem Gewichte sind, aus denen die reichere Gliederung der Gesammtgruppe sich ergeben hat. Schliesst diese eine Unbequemlichkeit in sich, insoferne sie eine Mehrung der Namen nach sich zieht, so führt sie auch zu einer grösseren und werthvollen Bestimmtheit der an die Namen sich knüpfenden Vorstellungsreihen. Es ist eine ganz andere Summe des Wissens, welche mit der blosen Bezeichnung einer Pflanze als einer ***Elattostachys***, ***Guioa***, ***Matayba*** u. s. w. gegeben ist, als mit dem hunderterlei Möglichkeiten offen lassenden Namen ***Cupania*** im bisherigen Sinne, und da wo diese Möglichkeiten offen gelassen werden sollen, wo Näheres über eine betreffende Pflanze nicht ausgesprochen werden soll, bietet sich als ebenso bequem wie bisher „*Cupania*“ die Bezeichnung „***Cupanica***“ dar. Speciesbeinamen freilich lassen sich damit nicht wohl verknüpfen, es sei denn, dass man sich im Nothfalle etwa eine Schreibweise „*Cupanica* [*brachyphylla*]“ anstatt ***Arytera brachyphylla***, „*Cupanica* [*pteropoda*]“ anstatt ***Guioa pteropoda*** u. s. w. schaffe, oder dass man den Namen ***Cupania*** weiteren Sinnes als Namen der Tribus,

resp. einer ihr gleichwerthigen sogenannten Collectivgattung zulasse, wobei die eigentlichen Gattungsnamen aber doch dann nicht zu umgehen wären, wenn es sich um Arten handelt, die in verschiedenen Gattungen der Tribus denselben Speciesbeinamen führen. Für die Wissenschaft dürfte sich übrigens aus der in Rede stehenden Schwierigkeit nur Vortheil ergeben, indem daraus beim Bekanntwerden neuer Arten die Nöthigung erwächst, die Stellung derselben zu den engeren Verwandtschaftskreisen aufzusuchen, um ihnen überhaupt einen giltigen Namen beilegen zu können, andernfalls aber mit ihrer Zuweisung zu der betreffenden Tribus sich zu begnügen.

Conspectus generum Cupaniearum.

Subtribus 1. Cupanieae lomatorrhizae (species americanae; cfr. *Pseudima* in Subtrib. 2).

A. Calyx polysepalus, sepalis oblongis vel suborbicularibus concavis 2-seriatim imbricatis, sero expansus; alabastra subglobosa

a. Petala 2-squamata, squamis margine exteriore cum petalis plus minus connatis

aa. Sepala subcoriacea; germen plerumque 3-loculare; semina arillata 1. Cupania Linn

bb. Sepala petaloidea; germen 2-loculare; semina exarillata (embryo ignotus)

2. Vouarana Aubl.

b. Petala squama bifida barbata margine utroque petali ungui adnata instructa, lanceolata, praesertim extus tomentosa; discus cupularis, 5-lobus, praeter loborum marginem superiorem tomentosus; stamina petala aequantia; rudimentum germinis 2-loculare,

dense pilosum; paniculae amplae, multiramosae; foliola 8—10, subcoriacea (fructus ignotus)

3. Scyphonychium Radlk.

c. Petala esquamata, praeter marginem glabra, partim rudimentaria; germen 3-loculare; folia bipinnata (semen ignotum) 4. Dilodendron Radlk.

B. Calyx profunde partitus, segmentis ovato-lanceolatis anguste imbricatis, mox expansus; alabastra subconica

Petala squama subemarginata margine utroque per totam longitudinem petalo ipsi adnata instructa, inde infundibuliformia; discus regularis, hirsutus; stamina breviora, vix exserta; rudimentum germinis 3-loculare, hirsuto-tomentosum; thyrsi axillares, e dichasiis compositi, elongati, cylindracei; foliola 6—8, submembranacea (fructus ignotus)

5. Pentascyphus Radlk.

C. Calyx parvus, subcupularis, dentato-lobatus, praecociter apertus

Petala supra unguem squamis 2 petalo ipso plerumque majoribus rotundatis aucta, rarissime rudimentaria; germen plerumque 3-loculare; semina arillata 6. Matayba Aubl. em.

Subtribus 2. Cupanieae notorrhizae (species praeter *Pseudima* omnes extraamericanae)

A. Americana

Calyx (ut in Cupania) polysepalus, sepalis oblongis concavis 2-seriatim imbricatis, sero expansus; petala esquamata, intus setoso-villosa; discus cupularis, pentagonus; antherae subextrorsae; germen plerumque 2-loculare; fructus deorsum 2(—3)-lobatus, lobis obovoideis; semina arillo spurio pericarpico instructa; foliola subtus glandulis immersis notata

7. Pseudima Radlk.

B. Africanae

a. Calyx (ut in Cupania) polysepalus, sepalis 2-seriatim imbricatis, sero expansus; alabastra subglobosa

aa. Petala 2-squamata; discus glaber; germen biloculare; stylus integer, in laminas stigmatosas duas suturales breves extrorsum declives sulcatas desinens; fructus compressus; semina arillata 8. Tina Röm. & Schult em.

bb. Petala esquamata vel marginibus subinflexis obscure subsquamulata

α. Alabastra ecostata; discus tumide annularis, tomentosus; stamina 8; germen 3-loculare; stylus simplex, lineis stigmatosis 3 suturalibus notatus; fructus trialato-trilobus, endocarpio glabro; semina arillata

9. Molinaea Comm. ed. Juss.

β. Alabastra sepalis carinatis 5-costata; discus crassus, excavatus, glaber; stamina 10; antherae elongate oblongae; fructus obovoideus, trilobato-trigonus, retusus, endocarpio dense setoso, sarcocarpio radiatim sclerenchymatico; semina (juvenilia tantum visa) exarillata; panicula ampla

10. Laccodiscus Radlk.

b. Calyx profunde partitus, segmentis ovato-lanceolatis anguste imbricatis, mox expansus; alabastra subconica

aa. Petala margine inflexo bisquamulata; discus patellaris; fructus 2-locularis, compressus, biscutellaris, endocarpio (ut in Guioa) cartilagineo; seminis testa ultra medium arilloso-carnosa; radicula a hilo remota

11. Aporrhiza Radlk.

bb. Petala lineari-lanceolata, squama magna lateribus inferne adnata aucta, inde basi saccata; discus tumidus; fructus 3-locularis, magnus, trigono-pyriformis, pericarpio materia quadam Saponino affini foeto; semina (juniora tantum visa) spermophoro carnoso (spurie) arillata; foliorum epidermis mucigera

12. Blighia Koen.

c. Calyx (ut in Matayba) parvus, dentato-lobatus, praecociter apertus

aa. Petala lineari-lanceolata, basi squama lata subemarginata libera aucta; discus pateriformis, membranaceus, liber, 8 – 10-crenatus, intus 8—10-costatus; fructus subglobosus, 3-locularis, loculis lanuginosis; semina — (matura ignota); foliorum epidermis mucigera

13. Eriocoelum Hook. f.

bb. Petala infundibuliformia, sub margine disci tenuis calycis extus 10-costati fundum vestientis inserta; stamina 8, exserta; rudimentum germinis 3-loculare, trigono-globosum, pilosum (fructus ignotus); foliorum epidermis mucigera

14. Phialodiscus Radlk.

C. Asiatico-oceanicae

a. Calyx (ut in Cupania) polysepalus, sepalis 2-seriatim imbricatis, sero expansus; alabastra subglobosa

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa

Fructus trialato-trilobus, endocarpio cartilagineo; semina arillata; arillus processu flexuoso instructus; embryo oleosus; cotyledon interior sigmoideo-flexuosa; radicula longa (discus regularis vel semilunaris; foliola subtus papillosa vel utrinque laevia)

15. Guioa Cavan.

bb. Petala squamis 2 ecristatis instructa, saepius ipsa squamaeformia, sepalis multo minora (cfr. Sect. I); discus regularis; antherae saepius robustiores (Sect. I); fructus triquetri vel trigono-globosi vel ellipsoidei, sessiles vel breviter stipitati; semina arillata; embryo amyliger; cotyledones plerumque semiellipsoideae (superpositae), rarius planiusculae, interiore flexuosa *(C. subcuneata)*; radicula interdum brevissima *(C. oedipoda, ganophloea)*; plures lepidotae (cfr. Sect. II)

16. Cupaniopsis Radlk.

cc. Petala esquamata vel squamularum loco glandulis bifurcis appendiculata (cfr. *Rhysotoechiae* Sect. I);

α. Sepala margine petaloidea; discus regularis, glaber; antherae glabrae; germen 2—3-loculare, ex obovato attenuatus; stylus breviusculus, germen vix aequans; fructus brevius longiusve stipitatus; endocarpium interrupte sclerenchymaticum, fructus valvae inde siccitate valde corrugatae; spermophorum carnosum in arillum basin seminis cingens et cum eo secedens evolutum; rami medullosi; folia flavescenti-viridia, subtus tantum stomatophora 17. Rhysotoechia Radlk.

β. Sepala tenera, fere tota petaloidea; discus regularis glaber; antherae hirsutae; germen 3-loculare, ellipsoideum, sessile; stylus germen subduplo superans, spiraliter tortus; fructus —?; rami lignosi, sulcati; folia fuscescentia, supra quoque stomatophora; inflorescentiae et foliorum rhachis lepidotae

18. Lepiderema Radlk.

Google

dd. Petala nulla

Discus regularis; stamina 5, episepalia; fructus subclavato-ellipsoideus, 2-locularis, endocarpio osseo tomentoso, denique dehiscens; arillus brevis; foliola subtiliter reticulato-venosa

19. Dictyoneura Bl.

b. Calyx (ut in Blighia) profunde partitus, segmentis ovato-lanceolatis, anguste imbricatis vel valvatis, mox expansus; alabastra subconica

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa

α. Discus unilateralis; fructus 3-locularis; pericarpium tenuius, coriaceum; arillus carnosus, dorso fissus, semen usque ad apicem obtegens; seminis testa e cellulis complanatis exstructa; embryo amyliger; cotyledones a lateribus compressae, suberectae, exteriore minore; radicula centripeta

20. Diploglottis Hook. f.

β. Discus regularis, tumidus; germen 3-loculare; fructus — ? (affinis *Sarcopterygi*, sed differt inter alia foliolis glandulis minutis breviter stipitatis obsitis)

21. Euphoriopsis Radlk.

bb. Petala longe unguiculata, lamina parva suborbiculari marginibus basi paullulum inflexis vix subsquamulata: discus regularis; stamina 8; fructus trigono- vel triquetro-pyriformis, pericarpio crustaceo vel sublignoso; semina arillo dimidiato fimbriato instructa, dorso nuda; foliola rigide coriacea, subtus papillosa

22. Storthocalyx Radlk.

c. Calyx (ut in Matayba) parvus, dentato-lobatus, praecociter apertus

aa. Petala squamis 2 cristatis instructa

α. Sarcocarpium crassum, materia quadam Saponino affini foetum, inde aqua agitatum spumam efficiens; fructus 3-locularis

αα. Fructus acutangulus, glabratus, angulis carnosis alatis vel subalatis; semina arillo tenui obtecta; embryo oleosus; cotyledon interior sigmoideo-flexuosa; discus tumide annularis; foliola integerrima, eglandulosa 23. **Sarcopteryx** Radlk.

ββ. Fructus obtusangulus, obovoideo-subglobosus, dense setosus; semina basi arillo brevi cupulari dorso emarginato-bilobo instructa; embryo oleosus; cotyledon interior vel exterior quoque sigmoideo-flexuosa; discus tumide annularis; foliola serrata, glandulis minutis breviter stipitatis obsita, epidermide mucigera 24. **Jagera** Bl. em.

γγ. Fructus obtusangulus, clavato-pyriformis, magnus, tomento brevi indutus; semina exarillata? (juniora tantum visa); discus e tumide annulari subcupularis; foliola integerrima, inaequilatera, falcata, eglandulosa, epidermide mucigera 25. **Trigonachras** Radlk.

β. Sarcocarpium materia spumificante destitutum

αα. Fructus 2—3 (—4)-locularis, extus glabratus, intus tomentosus, pericarpio sat crasso; semina supra hilum transverse dilatatum arillo brevi spurio pericarpico

instructa; embryo amyliger; cotyledones oblique superpositae, suberectae; radicula brevis; discus regularis, annularis, glaber; foliola integerrima

26. Toechima Radlk.

ββ. Fructus 3-locularis, triangulari-obovoideus, breviter stipitatus, angulis prominentibus in stipitem decurrentibus, extus glabratus, intus tomentosus, pericarpio minus crasso; seminis testa praeter aream dorsalem angustam lineari-oblongam strato arilloso-carnoso (arillo adnato epispermatico) instructa; embryo amyliger; cotyledones erectae; radicula perbrevis; discus regularis, annularis, glaber; foliola crenato-denticulata

27. Synima Radlk.

bb. Petala squamis 2 ecristatis instructa, rarius (in nonnullis *Mischocarpi* speciebus) esquamata vel omnino nulla

α. Fructus septis completis 2—3-locularis; discus subinteger annularis

αα. Arillus perbrevis, cupularis, dorso emarginatus

* Pericarpium totum carnosum (endocarpio sclerenchymatico nullo vel vix ullo); fructus 2—3-locularis, ex obovato attenuatus, substipitatus; embryo amyliger; cotyledones erectae; radicula brevissima

38. Sarcotoechia Radlk.

** Pericarpium totum lignosum (endocarpio lignoso-sclerenchmyatico crasso

nec non mesocarpio cellulis sclerenchymaticis coacervatis crebris instructo indeque corticoso-lignoso); fructus 3-locularis, trigono-globosus, estipitatus; embryo oleosus; cotyledon interior sigmoideo-flexuosa ab exteriore incurvata amplexa; radicula mediocris; flores brevius longiusve pedicellati in spicas racemosve amentiformes simplices vel pauciramosos congesti
29. Elattostachys Radlk.

ββ. Arillus semen totum vel fere totum obtegens (basi exappendiculatus); pericarpium extus carnosum, intus sclerenchymaticum; fructus 2—3-locularis, plerumque coccato-lobatus, lobis divaricatis, rarius obcordatus vel obovatus, breviter stipitatus, interdum (ut et reliquae partes, certe juniores) lepidotus (Sect. III); cotyledones superpositae, saepius resiniferae
30. Arytera Bl.

γγ. Arillus basi processu calcariformi appendiculatus; pericarpium extus carnosum, intus sclerenchymaticum (sclerenchymate juxta dissepimentorum insertionem saepius evanido); fructus 3-locularis, trigono-pyriformis, longius stipitatus; cotyledones superpositae, amyligerae
31. Mischocarpus Bl.

β. Fructus septis incompletis supra seminum insertionem axem non attingentibus 1-locularis, trigono-pyriformis, stipitatus, extus glabratus, intus densissime stupposo-lanosus,

Digitized by Google

3-valvis, valvis planis intus crista longitudinali (septo incompleto) instructis; sarcocarpii cellulae magnae materia gummoso-resinosa foetae; semina obovoidea, inferne a lateribus subcompressa, arillata, arillo tenui seminis apicem subattingente, dorso breviore; embryo amyliger; cotyledones complanatae, interior transversim bis refracta, ab exteriore incurvata amplexa; radicula longa, plica testae excepta; stamina 8 (rarius 7); discus in glandulas 5 episepaleas productus; petala longe unguiculata, lamina semiorbiculari marginibus basi paullulum inflexis subsquamulata; foliola subtus papillosa 32. Gongrodiscus Radlk.

cc. Petala cum squama magna connata, peltato-infundibuliformia

α. Fructus e germine biloculari enascens, compressus, obovatus, pericarpio laevi crustaceo materia Saponino affini foeto; arillus basilaris, carnosus; folia abrupte pinnata, epidermide mucigera
33. Lepidopetalum Bl.

β Fructus e germine triloculari enascens, trigonoglobosus, pericarpio tuberculato-echinato lignoso; arillus tenuis; folia impari-pinnata
34. Paranephelium Miq.

Tabellarische Uebersicht

der zu den Cupanieen gehörigen Gattungen und Arten, sowie der irrthümlich dazu gerechneten Pflanzen.

Die folgende Tabelle ist nach Gattungen und innerhalb dieser nach Arten alphabetisch geordnet. Die Arten sind mit fortlaufenden Nummern versehen.

Die als giltig angesehenen Namen der zu den Cupanieen gehörigen Gattungen und Arten sind durchschossen gedruckt.

Den Namen der auszuschliessenden Pflanzen ist ein „δ" vorgedruckt, welches bei wiederholt dieselbe Pflanze betreffenden Bezeichnungen in Klammern gesetzt ist.

Ihnen, sowie den in die Reihe der Synonyme zu rechnenden übrigen Bezeichnungen ist hinter Aequalzeichen eine entsprechende Interpretation beigefügt, soweit eine solche überhaupt sich geben liess.

Diesen Interpretationen ist ein Rufzeichen beigefügt, wenn sie auf autoptischer Untersuchung der betreffenden Materialien beruhen; ein Rufzeichen in Klammern, wenn die Authenticität dieser Materialien nur als wahrscheinlich, nicht als unbedingt sicher zu betrachten ist; ein Rufzeichen in Klammern mit dem Beisatze „Ic." oder „Descr.", wenn die Interpretation nur auf betreffenden Abbildungen oder Beschreibungen fusst; ein Autorname in eckigen Klammern, wenn einem anderen Autor die Verantwortung für die betreffende Interpretation überlassen bleiben musste; endlich ein Fragezeichen, wo sie nur auf Vermuthungen beruht. So zu sagen von selbst, d. h. aus der Synonymie der betreffenden Autoren, aus Stomdortsangaben oder ähnlichen Anhalts-

Google

punkten sich ergebende, oder aus veränderter Auffassung früher von mir selbst schon behandelter Materialien hervorgegangene und demnach selbstverständlich auf Autopsie beruhende Interpretationen sind ohne alle derartige Bezeichnung gelassen. Im übrigen ist zur Hinweisung auf meine Abhandlung über die Sapindaceen Holländisch-Indiens ein „*" und zur Hinweisung auf meine Abhandlung über *Sapindus* etc., wo eine solche angemessen erschien, ein „†" beigesetzt, mitunter unter Beifügung der betreffenden Seitenzahl in Klammern.

Für die aus der bisherigen Literatur erflossenen sogenannten engeren Synonyme, welche nicht blos auf die gleiche Art, sondern ausdrücklich auf dasselbe Material einer Art sich beziehen (s. üb. *Sapindus* etc. p. 295 n. 2), sind diese verschiedenen Zeichen in der Regel nur einmal der betreffenden Interpretation beigesetzt. Zugleich aber sind diese Synonyme (und zwar auch die mit selbstverständlicher Interpretation) durch Anführung der betreffenden laufenden Nummern untereinander in Beziehung gesetzt. Da, wo mehrere solche Beziehungen vorhanden sind, wurden auch diese nur an einer Stelle — welche als die Hauptstelle gelten kann — alle angeführt, an den übrigen Stellen aber durch Beifügen von „etc." nur auf das Vorhandensein solcher mehrfachen Beziehungen hingewiesen.

Bei den als giltig angesehenen Namen ist durch die entsprechenden Nummern sowohl auf die engeren (einschliesslich der durch die gegenwärtige Neuordnung erst entstandenen) als auf die übrigen Synonyme — und zwar auf diese in liegenden Ziffern — verwiesen. Dabei sind den Nummern der Hauptstellen (s. ob.) die der übrigen in Klammern beigesetzt. Die Verweisungen durch „*" oder „†" sind hier in demselben Sinne wie bei den entsprechenden Synonymen

(geeigneten Falles übrigens auch bei synonymlosen Arten) ausgeführt. Eine Wiederholung der übrigen, namentlich der auf die Autopsie betreffender Materialien oder Abbildungen u. s. w. bezüglichen Zeichen erschien dagegen wenigstens für die neubenannten Arten überflüssig, da Autopsie für diese in ähnlicher Weise, wie für die vollständig neuen Arten im allgemeinen als selbstverständlich anzusehen ist, in fraglichen Fällen aber leicht bei den betreffenden Synonymen darüber nachgesehen werden kann. Wohl aber sind die Zeichen der Autopsie in den oben aufgeführten Modificationen den von anderen Autoren aufgestellten und hier angenommenen Artnamen beigefügt, um den Leser, da Autopsie hier nicht als selbstverständlich erscheint, über ihr Vorhandensein unmittelbar zu vergewissern.

Damit jeder der in der Tabelle interpretirten oder neu aufgeführten Artnamen nicht blos von dem betreffenden Gattungsnamen aus, sondern auch nach dem Art-Beinamen leicht aufgefunden werden könne, lasse ich der Tabelle selbst im Folgenden ein alphabetisches Verzeichniss der Art-Beinamen, soweit dieselben nicht zu dem Gattungsnamen *Cupania* in Beziehung stehen und nicht unter diesem zu suchen sind, unter Hinweisung auf die betreffenden Gattungen vorausgehen. Die Namen neuer Arten kennzeichne ich durch eine beigedruckte stehende Linie.

<table>
<tr><td>acutifolia |</td><td>— Guioa</td><td>Beckleri</td><td>— Nephelium</td></tr>
<tr><td>africana</td><td>— Akeesia</td><td>bifoliolata |</td><td>— Rhysotoechia</td></tr>
<tr><td>angustifolia |</td><td>— Arytera</td><td>bijuga |</td><td>— Guioa</td></tr>
<tr><td>apetala</td><td>— Ratonia</td><td>bipinnatum |</td><td>— Dilodendron</td></tr>
<tr><td>apiocarpa |</td><td>— Cupaniopsis</td><td>brachyphylla |</td><td>— Arytera</td></tr>
<tr><td rowspan="2">arborea</td><td rowspan="2">— {Koelreuteria
Molinaea</td><td>brevipes |</td><td>— Molinaea</td></tr>
<tr><td>camptoneura |</td><td>— Matayba</td></tr>
<tr><td>arborescens</td><td>— Sapindus</td><td>chartacea |</td><td>— Arytera</td></tr>
<tr><td>arcuata |</td><td>— Arytera</td><td>chryseus |</td><td>— Storthocalyx</td></tr>
<tr><td>australis</td><td>— Stadmannia</td><td>chytradenia |</td><td>— Cupaniopsis</td></tr>
<tr><td>azantha |</td><td>— Cupaniopsis</td><td>Cominia</td><td>— Ornitrophe</td></tr>
</table>

coriacea | — Sarcopteryx
crassivalvis | — Cupaniopsis
crenata | — Guioa
cultratus — Sapindus
cuneata -- Sarcotoechia
cupanioides — Dimereza / Moulinsia
dasycarpa | — Tina
dictyophora | — Cupaniopsis
discolor — Terminalia
distyle — Nephelium
divaricata — Arytera
domingensis — Ratonia
dubium — Guaiacum
duplicato-serrata | — Elattostachys
elaeagnoides | -- Matayba
elegans | — Matayba
flavescens | — Rhysotoechia
floribunda | -- Matayba
foveolata — Arytera
fraxinea — Ephielis
Fraseri — Stadmannia
fruticosa | — Cupaniopsis
fulvinervis | — Tina
fusca | — Guioa
ganophloea | — Cupaniopsis
Ghisebreghti — Stadmannia
gibbosum — Paranephelium
glabra — Jagera
glabrescens — Sapindus
glabrum -- Lachnopetalum
glomeriflora | — Cupaniopsis
gracilis | — Guioa
grandifolia | — Rhysotoechia
grandis | — Matayba
guianensis — Mataya / Vonarana
Homei — Ratonia
incisa | — Elattostachys
inflatus — Digonocarpus
inoplea | — Cupaniopsis
isoneura | — Tina
jatrophaefolia — Stadmannia
javanica — Garuga
juglandifolius — Sapindus
juglandinea — Ephielis
Karang — Arytera
Koelreuteria — Sapindus
lachnopetala — Ratonia
lasioneura | — Guioa
laxiflora -- Ratonia
Leichhardtii — Euphoria
leioneurus | — Storthocalyx
lepidota | — Arytera
leptoneura | -- Guioa
litoralis — Arytera
longifolius — Sapindus
longipes | — Matayba
macrantha | — Molinaea
macrocarpa — Arytera
macrocarpa | — Cupaniopsis
macrostylis | — Matayba
madagascariensis — Garuga
marginata | — Matayba
melanophloea | — Sarcopteryx
membranifolia | — Guioa
microcarpus — Sapindus
microphyllum — Nephelium
microsepala | -- Guioa
mollis | — Matayba
mollissima — Robinia
montana — Arytera
mutabile — Nephelium
myrmoctona — Cupaniopsis
nitida — Bonannia
obovatus -- Sapindus
octandra — Terminalia
oedipoda — Cupaniopsis
oligolepis | — Arytera
opaca | -- Matayba
oppositifolia — Pedicellia

ovalis	— Guioa
pachyphylla	— Arytera
paniculata	— Aporrhiza
paniculatum	— Eriocoelum
papuana	— Lepiderema
parvifolius	— Gongrodiscus
patentinervis	— Guioa
Patrisiana	— Matayba
paucijuga	— Matayba
pectinata	— Guioa
Perrottetii	— Hemigyrosa
peruviana	— Matayba
Pervillei	— Hemigyrosa
petiolaris	— Molinaea
petiolulata	— Cupaniopsis
pinnata	— Aporetica, Garuga, Hypelate
polygama	— Thouinia
protracta	— Sarcotoechia
psilocarpa	— Cupaniopsis
pteropoda	— Guioa
pubescens	— Sapindus
racemosum	— Eriocoelum
ramiflora	— Rhysotoechia
ramiflorum	— Scyphopetalum
Rarak	— Dittelasma, Sapindus
retusa	— Molinaea
revoluta	— Schleichera
rigidiuscula	— Guioa
robusta	— Matayba
Roxburghi	— Jagera
rufescens	— Sapindus, Zygolepis
senegalensis	— Sapindus
serratus	— Sapindus
Silaka	— Arytera
sorbifolia	— Stadmannia
sordidus	— Storthocalyx
spathulata	— Ratonia
speciosa	— Jagera
squamosus	— Sapindus
squamosa	— Guioa
Storckii	— Ratonia
striata	— Tina
subcuneata	— Cupaniopsis
subfalcata	— Guioa
subteres	— Toechima
subundulata	— Schleichera
sufferugineus	— Gongrodiscus
thyrsiflorus	— Pentascyphus
tovarensis	— Matayba
trigonocarpa	— Cupaniopsis
trijuga	— Schleichera
trijuga	— Tina
unijugata	— Blighia
venusta	— Guioa
villosa	— Guioa
Wadsworthii	— Harpullia
xerocarpa	— Euphoria
xestophyllum	— Paranephelium
zambesiaca	— Blighia
Zygolepis	— Ratonia

Als Hauptresultat der gegenwärtigen Bearbeitung der Cupanieen lässt sich aus dieser Tabelle entnehmen, dass es 211 Arten sind, welche, auf 34 Gattungen vertheilt, die Tribus bilden. Neue Arten, d. h. solche, welche früher noch nicht bekannt oder noch nicht als Arten, sei es der hieher gehörigen, sei es anderer Gattungen, unterschieden

waren, befinden sich darunter 94 (die im Vorausgehenden mit „ | “ bezeichneten 84 und 10 Arten von *Cupania*: n. 65, 104, 135, 136, 188, 193, 215, 243, 262), von denen 20 in der Literatur oder in edirten Sammlungen bereits berührt worden sind. Auf die nach Abzug der völlig neuen (74) Arten bleibenden 137 Arten treffen 409 synonymische Bezeichnungen, wenn man die nur die Gattung hervorhebenden mit einrechnet; im Durchschnitte also fast genau 3 auf jede Art. Der Rest der in der Tabelle aufgeführten Bezeichnungen — 73 —, darunter auch einige — 5 —, welche nicht als rite publicirt anzusehen sind, trifft auf 52 auszuschliessende und auf 2 (3?) zur Zeit überhaupt nicht bestimmbare (von Linden in seinen Catalogen aufgeführte) Pflanzen.

Nach noch anderen Seiten hin, welche diese Zusammenstellung darbietet, dieselbe näher ins Auge zu fassen mag dem Leser selbst überlassen bleiben.

Akeesia
1 africana Tussac, 1808
= Blighia sapida Koen. (! Ic) Cf. 40.

Aporetica
2 pinnata (non „Forst., DC.“) W. Hook & Arn., 1841
= Guioa lentiscifolia Cav. [Seem.]

Aporrhiza
3 paniculata Radlk. †

Arboris
4 elegantis fructus etc. P. Herm. ed. Gaertn., 1791
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 405.

Arytera
5 angustifolia Radlk. *
6 arcuata Radlk. Cf. 259.
7 brachyphylla Radlk. Cf. 289.

Arytera (contin.)

8 Brackenridgei Radlk. Cf. 64 (555).
9 chartacea Radlk.*
10 distylis Radlk.* Cf. 559 (528).
11 divaricata F. Müll., 1859!* Cf. *527*, 529.
12 foveolata F. Müll., 1859!* Cf. 530.
13 Karang Miq., 1860
= Guioa diplopetala Radlk.!*
14 Leichhardtii Radlk.* Cf. 398 (531).
15 lepidota Radlk.
16 litoralis Bl.!*† Cf. *39* (548, 606), *300*, *302*, 399 (535), *526*, *533*, 571.
17 δ ? macrocarpa Miq., 1860
= Triomma malaccensis Hook. f. (Burserac.)!* Cf. 21.
18 microphylla Radlk.* Cf. 532.
19 montana Bl., 1847
= Lepidopetalum montanum Radlk.!*
20 montana (non „Bl.") Miq., 1860
= Guioa diplopetala Radlk.!*
21 (δ) morocarpa Walp. (sphalmate loco „macrocarpa") Ann. VII, 1869
= Triomma malaccensis Hook. f. Cf. 17.
22 ? oligolepis Radlk. Cf. 599 (307).
23 O'Shanesiana Radlk. Cf. 183 (574).
24 pachyphylla Radlk.*
25 rufescens Radlk.* Cf. 693 (583).
26 semiglauca F. Müll., 1859
= Guioa semiglauca Radlk. Cf. 238 etc.
27 Silaka Miq., 1860
= Guioa pubescens Radlk.!*

Atalaya

28 sp. ? Bl., 1847
= Cupaniopsis anacardioides Radlk. Cf. 53.

Blighia

29 sapida Koenig, 1806. (! Ic.)† Cf. *1* (40), *32*, *85*, 225, *617*.
30 unijugata Baker, 1868
= Phialodiscus unijugatus Radlk.!
31 zambesiaca Baker, 1868
= Phialodiscus zambesiacus Radlk.!

Google

Bonannia
32 nitida Rafin., 1814
= Blighia sapida Koen. [DC.]
Callidrynos
33 sp. Neraud in Gaud. Bot. Voy. de Freycinet, 1826, p. 29
= Molinaea arborea Gmel. emend. (!)
Connaracea
34 ? Wallich Cat., 1847, n. 8550
= Guioa squamosa Radlk.!* Cf. 122.
Connarus
35 ? Jackianus Wallich Cat., 1847, n. 8552
= Lepidopetalum Jackianum Radlk. Cf. 138.
Crudya
36 ? Vouarana DC., Prodr. II, 1825
= Vouarana guianensis Aubl.
Cupania
37 acuminata Miq., 1859
= Dictyoneura acuminata Bl.
38 acuta Hiern, 1875
= Trigonachras acuta Radlk.!* Cf. 605.
39 adenophylla Planch. mss. ed. in Cat. Kew., 1865, n. 988
= Arytera litoralis Bl.!* Cf. 548, 606.
40 Akeesia („Camb.") Spach, 1834
= Blighia sapida Koen. Cf. 1.
41 alba Griseb. in Bonpl., 1858
= Cupania cinerea Poepp.!
42 ð Alphandi F. Müll., 1863—64
= Castanospora Alphandi F. Müll.! Cf. 549.
43 alternifolia Pers., 1805
= Molinaea arborea Gmelin emend. Cf. 511 etc.
44 americana (non „L.") Burman Ic. Plumier., 1757, quoad syn: Cup. arborea foliis etc. P. Browne
= Cupania glabra Sw. [Sw.] Cf. 59.
45 americana (non „L.") Gärtn. de fruct. II, 1791, specimen jamaicense, Hb. Banks
= Cupania glabra Sw. (! Ic.).
46 (ð) americana (non L.) Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn. C. saponarioides Sw., partim
= Sapindus Saponaria L. Cf. 230 etc.

Cupania (contin.)

47 americana (non „L.“) Griseb. Veget. Caraib., 1857, quoad specim. a Duchassaing in insula Guadalup. lecta et quoad syn.: C. tomentosa Wickström
= Cupania triquetra A. Rich! Cf. 271.

48 americana Linn, 1753 (!) Cf. 69 (117). *229* (226). *270*. 688.

49 americana (non „L.“) Poiret in Lam. Enc. Suppl. II, 1811, quoad syn. (dubitanter huc relat.) C. glabra Sw.
= Cupania glabra Sw.

50 americana (non „L.“) Triana & Pl., 1862, quoad stirp. ab Humboldt & Bonpland ad fl. Magdal. lectam (i. e. C. tomentosa Kunth), dubitanter huc relat.
= Cupania cinerea Poepp. Cf. 267.

51 anacardiaefolia Gardn., 1843
= Cupania oblongifolia Mart.!

52 ð anacardioides (non A. Rich.) F. Müll. Fragm. IX, 1875, p. 91, solummodo quoad specimina in Lord Howe's Island a Fullagan lecta
= Atalaya coriacea Radlk.!* p. 326.

53 anacardioides A. Richard, 1834
= Cupaniopsis anacardioides Radlk.! Cf. 28.

54 anodonta F. Müll., 1860—61. 1875
= Mischocarpus anodontus Radlk.!* Cf. 550, 647.

55 apetala Labillard, 1825
= Elattostachys apetala Radlk.!* Cf. 510, 554.

56 apetala Macfad, 1837
= Matayba apetala Radlk.! Cf. 551.

57 apetala (non Labill.) Seem im Bonpl., 1861, p. 254. coll. n. 67
= Cupaniopsis Storckii Radlk. Cf. 579.

58 (ð?) arborea Bl., 1847
= Meliacea? Cf. 512.

59 arborea foliis oblongis etc. Browne, 1756, excl. syn. Plum.
= Cupania glabra Sw. [Sw.] Cf. 44.

60 Aubletii Miq., 1850 (incl. coll. Kappler n. 600, a)
= Matayba arborescens Radlk.!* Cf. 607, 630 etc.

Digitized by Google

Cupania (contin.)

61 Bahiensis Linden Cat. n°. 13, 1858, p. 8
= Quid? Cf. 310, *653* ? (659).

62 Bidwilli Benth., 1863
= **Elattostachys Bidwilli Radlk.!*** Cf. 284.

63 (♂) Blumei Steud. in Nomencl. Ed. II, 1840
= **Harpullia cupanioides Roxb.** Cf. 678 etc.

64 Brackenridgei A. Gray, 1854
= **Arytera Brackenridgei Radlk.!** Cf. 555.

65 b r a c t e o s a Radlk.

66 ♂ ? canescens (non Pers.) Arnott in Ann. Sc. nat. II, II, 1834, p. 236
= **Pancovia bijuga Willd.** Cf. 288.

67 (♂) canescens Pers., 1805
= **Lepisanthes tetraphylla Radlk.** Cf. 516 etc.

68 c a s t a n e a e f o l i a Mart. Hb. Fl. bras., 1838!

69 castaneae folio etc. Plum., 1703
= **Cupania americana Linn.** (! Ic. orig. Plum. et Hb. Surian.) Cf. 117.

70 Chapelieriana Camb., 1829
= **Tina madagascariensis (non DC.) Radlk.!**

71 c i n e r e a Poepp. & Endl., 1844! Cf. *41*; ***267*** (50).

72 clethrodes Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= **Cupania vernalis Camb.!**

73 Cordierii F. Müll., 1875
= **Synima Cordierii Radlk.!** Cf. 556.

74 Cunninghami W. Hook., 1849
= **Diploglottis australis Radlk.** Cf. 652 etc.

75 cupanioides Camb., 1829
= **Molinaea cupanioides Radlk.** Cf. 405 etc.

76 Daemeliana F. Müller, 1875
= **Toechima Daemelianum Radlk.!*** Cf. 557.

77 d e n t a t a Moc. & Sesse ed. DC., 1824. (! Ic.) Cf. ***235***, ***97*** (655), *656*.

78 Dimereza Steud., 1840
= **Guioa glauca Radlk.** Cf. 370 etc.

Cupania (contin.)

79 diphylla Vahl, 1807! Cf. *109.*

80 diphyllostegia F. Müll., 1865—66
= Diploglottis australis Radlk.! Cf. 558.

81 diplopetala Hassk. in Flora XXV, 1842
= Guioa diplopetala Radlk.!* Cf. 369.

82 diplopetala (non Hassk. in Fl.) Hassk. in Pl. jav. rar., 1848, quoad syn.: C. Roxburghi s. pentaphylla Wight
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

83 discolor Vahl, 1807
= Matayba arborescens Radlk.!

84 distachya Bl., 1847
= Elattostachys verrucosa Radlk.!*

85 edulis Schum. & Thonn., 1828
= Blighia sapida Koenig!

86 emarginata Camb., 1825! Cf. *367.*

87 erythrocarpa F. Müll., 1865—66
= Toechima erythrocarpum Radlk.!*

88 erythrorhachis Miq., 1860
= Mischocarpus sundaicus Bl.!*

89 euphoriaefolia Camb., 1825
= Matayba guianensis Aubl. emend.!

90 exangulata F. Müll. Frgm. IX, 1875, p. 91
= Mischocarpus exangulatus Radlk.!* Cf. 562, 645.

91 excelsa Kunth., 1821
= Cupania glabra Sw.!

92 ? falcata A. Gray, 1854
= Elattostachys falcata Radlk.!* Cf. 509, 564.

93 falcata (non „Gray") Seem. (var.), 1862
= Elattostachys vitiensis Radlk. Cf. 280 etc.

94 ferruginea Baker, 1868
= Laccodiscus ferrugineus Radlk.!

95 δ? filicifolia Linden Cat. n° 12, 1857 etc.
= Quid? Vix Sapindacea!

96 foveolata F. Müll., 1875
= Cupaniopsis foveolata Radlk.!

Digitized by Google

Cupania (contin.)

97 frigida Linden Cat. n° 12, 1857, p. 13 etc.
= Cupania dentata Moc. & Sesse. Cf. 655 etc.

98 frondosa Benth., 1851
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.!

99 frutescens Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Pseudima frutescens Radlk. Cf. 611 etc.

100 fulva (non „Mart.") Griseb. in Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad specimina in Guiana et ad Pernambuco lecta
= Cupania rubiginosa Radlk.?

101 fulva (non „Mart.") Griseb. in Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn.: C. triquetra A Rich. et specim. antillana
= Cupania triquetra A. Richard.

102 fulva Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Cupania paniculata Camb.!

103 fulvida Trian. & Planch., 1862!

104 furfuracea Radlk.

105 fuscescens Miq., 1859
= Mischocarpus fuscescens Bl.

106 fuscidula Kurz, 1872
= Guioa fuscidula Radlk.!* Cf. 304.

107 Gelonium Steud., 1840 (emend.)
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 405 etc.

108 Gelonium Steud., 1840, quoad syn.: Tina Gelonium R. & Sch. (emend.)
= Tina Gelonium Roem. & Sch. emend. Cf. 406 etc.

109 geminata Poir., 1811
= Cupania diphylla Vahl!

110 glaberrima Duchassaing mss. ed. Tr. & Planch., 1862
= Matayba glaberrima Radlk.! Cf. 142.

111 ♂ glabra (non „Sw.") Duchesne, 1846, quoad syn.: Paullinia Cupana Kunth
= Paullinia Cupana Kunth.

112 ♂ glabra (non „Sw.") Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad coll. March., part. (n°. 251)
= Guarea sp.!

Cupania (contin.)

113 glabra (non „Sw.") Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn.: C. laevigata Miq.
= {Matayba laevigata Radlk. Cf. 144 etc.
Matayba opaca Radlk. Cf. 145 etc.

114 glabra (non Sw.) Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn.: „C. laevigata Seem.!"
= Matayba glaberrima Radlk. Cf. 149 etc.

115 (♂) glabra (non Sw.) Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn. „Sapindus glabrescens Hook. & Arn." (quae interpretatio ex errore reproducta fuit in Radlk. de Sapindo etc. p. 300, 358)
= Guarea fulva Tr. & Pl. β mexicana C. DC. [C. DC.] Cf. 612.

116 glabra Sw., 1788 (!)† Cf. *45*, 49, *59* (44), *91*, *175*, *651*.

117 glabra (non Sw. in Prodr.) Sw. in Fl. Ind. occ., 1800, quoad syn.: Cup. castaneae folio etc. Plumier et C. americ. L.
= Cupania americana L. Cf. 69.

118 glabra (non Sw.) Tr. & Planch., 1862
= Cupania papillosa Radlk.!

119 glabra (non Sw.) Willd. Herb. (n. 7255, specim. Humb.) ed. Schlecht. & Cham., 1831
= Matayba scrobiculata Radlk.! Cf. 236.

120 (♂) glabrata („Kurz") Hiern, 1875, quoad locos: Pegu et Martaban sec. Kurz relatos
= Xerospermum glabratum Radlk. Cf. 123.

121 glabrata (non Kurz) Hiern, 1875, quoad syn.: Sapindus squamosus Roxb.
= Sacopteryx squamosa Radlk. Cf. 625.

122 glabrata (non Kurz) Hiern, 1875, quoad Sap. squam. (non Roxb.) Wall. Cat. 8097 et Connarac. ibid. 8550
= Guioa squamosa Radlk. Cf. 34, 626 etc.

123 ♂ glabrata Kurz, 1872
= Xerospermum glabratum Radlk.!* Cf. 120.

124 glauca Camb., 1829
= Guioa glauca Radlk. Cf. 370 etc.

125 glauca (non Camb.) F. Müll. Fragm. IX, 1875, p. 95, quoad coll. Pancher n. 162
= Cupaniopsis fruticosa Radlk.!

Digitized by Google

Cupania (contin.)

126 glauca (non Camb.) Seem., 1865, quoad syn.: C. (Arytera, Nephelium) semiglauc. F. Müll.
= Guioa semiglauca Radlk. Cf. 238 etc.

127 grandissima F. Müll., Fragm. IX, 1875, p. 91
= Mischocarpus grandissimus Radlk.!* Cf. 565.

128 Griffithiana Kurz, 1875, partim, quoad Helfer 983, excl. syn.
= Guioa squamosa Radlk.!* Cf. 294.

129 Griffithiana Kurz, 1875, partim, quoad syn.: Cup. pleuropteris (non Bl.) Hiern. [var. α, bijuga]
= Guioa bijuga Radlk. Cf. 195 etc.

130 Griffithiana Kurz, 1875, partim, quoad syn.: Cup. pleuropteris [var. β apiculata Hiern]
= Guioa pleuropteris Bl. Cf. 196 etc.

131 guatemalensis Radlk. Cf. 540.

132 guianensis Miq., 1850 (coll. Hostm. 295)
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.! Cf. 231.

133 Helferi Hiern, 1875 (coll. Helf. 982/1 ex Hiern in lit.)
= Mischocarpus fuscescens Bl.!* Cf. 293.

134 heterophylla Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Matayba heterophylla Radlk.!

135 hirsuta Radlk.

136 hispida Radlk. Cf. 315.

137 inelegans Spruce Pl.bras., 1853, n. 2956
= Matayba inelegans Radlk.!

138 Jackiana Hiern, 1875
= Lepidopetalum Jackianum Radlk. (!) Cf. 35.

139 juglandifolia A. Rich., 1845
= Cupania macrophylla A Rich.! Cf. 552.

140 δ juglandifolia Seem., Fl. Vit., 1865
= Quid? Non Sapindacea.!†

141 lachnocarpa F. Müll. IX, 1875, p. 91
= Mischocarpus lachnocarpus Radlk.!* Cf. 567.

142 laevigata (non „Miq.“, certe vero „Seem.“) Griseb. in Bonpl. 1858, coll. Duchassaing
= Matayba glaberrima Radlk. (!) Cf. 110, 149 etc.

Cupania (contin.)

143 δ laevigata (non Miq.) Hohenack. in sched. coll. Hostmann n. 744 (confus. C. Kappler 744)
= Terminalia dichotoma G. Meyer (teste Miq. in Stirp. surinam., 1850, p. 61). !†

144 laevigata Miq., 1850, partim, quoad coll. Hostm. n. 1037 et Kegel n. 268
= Matayba laevigata Radlk. !† Cf. 113, 629.

145 laevigata Miq., 1850, partim, quoad coll. Kappl. n. 744
= Matayba opaca Radlk. !† Cf. 113, 609.

146 laevigata L. Cl. Richard, 1792, quoad characteres plurimos descript. et partim quoad coll. Leblond (in Hb. Deless.)
= Matayba arborescens Radlk. !

147 laevigata L. Cl. Richard, 1792, praesertim quoad coll. Leblond (in Hb. Deless.) ex parte
= Matayba guianensis Aubl. em. !

148 laevigata „Rich. ined." Camb. in synonymia Cupaniae Vouaranae, 1829, (fide Hb. Juss. 11395)
= Matayba arborescens Radlk. ! Cf. 282.

149 laevigata (non Miq.) Seem. in Bot. Herald, 1852—57
= Matayba glaberrima Radlk. ! Cf. 110, 114.

150 laevis (non „Pers.") DC. Prodr., 1824, praesertim quoad obs. „vidi siccam", fide specim. in Hb. Prodr. servat., excl. syn.
= Molinaea arborea Gmel. em. !

151 laevis Pers., 1805
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 518 etc.

152 laevis (non Pers.) Spreng., 1825, quoad syn.: Molinaea alternifolia
= Molinaea arborea Gmel. emend. Cf. 511 etc.

153 lanuginosa Sagot (in sched.), 1858!

154 latifolia Kunth., 1821! Cf. 268.

155 laxiflora Benth. in Hook. Journ., 1851, coll. Spruce 398, 894
= Matayba guianensis Aubl. emend. ! Cf. 665.

156 lentiscifolia (non Pers.), A. Gray, 1854
= Guioa subfalcata Radlk. !*

Digitized by Google

Cupania (contin.)

157 lentiscifolia Pers., 1805
= Guioa lentiscifolia Cav. Cf. 578.

158 leptobotrys Gray, 1854
= Cupaniopsis leptobotrys Radlk.!

159 Lessertiana Camb., 1829
= Mischocarpus sundaicus Bl. Cf. 570.

160 Lessertiana (non Camb.) Korth. Hb. ed. Bl., 1847
= Guioa diplopetala Radlk. Cf. 208 etc.

161 ♂ longifolia Benth. (in Hook. Journ. Bot.), 1850, p. 212
= Talisia longifolia Radlk.!†

162 ♂ lucens F. Müller, 1862—63
= Akania Hillii Hook. f.

163 ♂ Macgillivraei Seem., Fl. Vit., 1865
= Quid? Non Sapindacea!†

164 macrophylla Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Talisia macrophylla Radlk.!†

165 macrophylla A. Rich., 1845! Cf. *139* (552), *537*.

166 madagascariensis („Thouars") Don, 1831
= Tina Gelonium Roem. & Schult. em. Cf. 406 etc.

167 (♂) madagascariensis (non Don) Voigt (& Griff.) Hort. suburb. Calc., 1845
= Harpullia madagascariensis Radlk. Cf. 676.

168 Martyana F. Müll., 1865—66
= Sarcopteryx Martyana Radlk.!* Cf. 572.

169 mexicana Turcz., 1858
= Matayba mexicana Radlk.! Cf. 573.

170 micrantha Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Matayba guianensis Aubl. em.!

171 Minjalilen Bl., 1847
= Guioa Minjalilen Radlk.!*

172 Mischocarpus Steud., 1840
= Mischocarpus sundaicus Bl.

173 Mortoniana F. Müll., 1865—66
= Rhysotoechia Mortoniana Radlk.!*

174 multiflora Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Scyphonychia multiflora Radlk.!

Cupania (contin.)

175 multijuga A. Rich., 1845
= Cupania glabra Sw.!

176 mutabilis Miq., 1859
= Elattostachys verrucosa Radlk. Cf. 279.

177 nervosa F. Müll., 1859
= Elattostachys nervosa Radlk.!* Cf. 285.

178 ♂ ? nitida DC., 1824
= Paullinia tricornis Radlk.!

179 oblongifolia Mart. Hb. Fl. bras, 1838! Cf. *51.*

180 ♂ oblongifolia Turcz., 1863
= Sapindus Rarak DC.!*†

181 obtusa Miq., 1859
= Dictyoneura obtusa Bl.

182 oppositifolia A. Rich., 1845
= Matayba apetala Radlk.!

183 O' Shanesiana F. Müll., 1875
= Arytera O' Shanesiana Radlk.! Cf. 574.

184 pallidula Hiern, 1875
= Guioa pubescens Radlk.!* Cf. 197 etc.

185 Pancheri Baill. in Adans XI, 1874, p. 246
= Storthocalyx Pancheri Radlk.!

186 ♂ panduraefolia Linden Cat. n. 12, 1857, p. 15
= Anacardiacea (?)! Cf. 657.

187 paniculata Camb.! Cf. *102*, *622.*

188 papillosa Radlk. Cf. 118.

189 pentapetala Wight & Arn. apud Hiern, 1875
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

190 pentaphylla Wight Ic., 1843, tab. 402
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 639 etc.

191 Perrottetii Camb., 1829
= Lepidopetalum Perrottetii Bl.!

192 Pindaiba Linden Cat. n. 16, 1861, p. 3
= Quid?

193 platycarpa Radlk.

194 pleuropteris Bl., 1847
= Guioa pleuropteris Radlk.!*

Digitized by Google

Cupania (contin.)

195 pleuropteris (non Bl.) Hiern, 1875, var. α bijuga, Wallich Cat. 8094
= Guioa bijuga Radlk.!* Cf. 129, 602.

196 pleuropteris („Bl.") Hiern, 1875, var. β apiculata (Coll. Maingay 442 ex Hiern in lit.)
= Guioa pleuropteris Radlk.!* Cf. 130, 198.

197 pleuropteris (non Bl.) Kurz, 1875, quoad coll. Griff. n. 982 et syn. Cup. pallidula Hiern
= Guioa pubescens Radlk.!* Cf. 292, 184.

198 pleuropteris („Bl.") Kurz, 1875, quoad coll. Maingay 442, excl. vero syn. Cup. pallidula Hiern
= Guioa pleuropteris Radlk.! Cf. 196.

199 Poiretii Kunth in Ann. Sc. nat., 1824
= Cupania rubiginosa Radlk.! Cf. 597, 598.

200 porosa Miq., 1850
= Cupania scrobiculata L. Cl. Richard!

201 pseudorhus A. Rich., 1834
= Jagera pseudorhus Radlk.!*

202 punctata Camb., 1825
= Matayba punctata Radlk.!

203 punctulata F. Müll., 1862—63
= Cupaniopsis punctulata Radlk.!

204 purgans Poepp., 1844
= Matayba purgans Radlk.!

205 pyriformis F. Müll., 1867, 1875
= Mischocarpus pyriformis Radlk.!* Cf. 575, 649.

206 racemosa Radlk. Cf. 689.

207 Ratonia Camb., 1829
= Matayba domingensis DC. Cf. 560.

208 regularis Bl., 1847
= Guioa diplopetala Radlk.!*† Cf. 160, 400, 432, 621.

209 regularis (non Bl.) Kurz, 1875, quoad „Sap. squamosus Roxb." apud Wallich
= Guioa squamosa Radlk. Cf. 626 etc.

210 reticulata Camb., 1829
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.!

Cupania (contin.)

211 reticulata Splitgerb., 1842
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.!

212 reticulata (non Camb.) Wawra, 1866
= Matayba guianensis Aubl. em!

213 rhoifolia A. Gray, 1854
= Guioa rhoifolia Radlk.!* Cf. 371.

214 ? Richii A. Gray, 1854
= Lepidopetalum Perrottetii Bl.!*

215 rigida Radlk.

216 Robertsoni F. Müll., 1865—66
= Rhysotoechia Robertsoni Radlk.!

217 Robertsoni F. Müll., quoad specim. foliis tantum 2-foliolatis ad Rockhampton ab O'Shanesy lectum, Fragm. IX, 1875, p. 94
= Rhysotoechia bifoliolata Radlk.!

218 Robertsoni F. Müll. quoad „specim. petalis secus totam faciem interiorem pubescentibus" 1875, l. c.
= Rhysotoechia flavescens Radlk.!

219 Roxburghii Wight Ic., 1843, tab. 402 explic.
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

220 rubiginosa Radlk. Cf. *100?*, 199 (597, 598), *251, 319, 320.*

221 rufescens Tr. & Planch., 1862!

222 rugosa Radlk.

223 (δ) rupetris Camb., 1829
= Harpullia cupanioides Roxb. Cf. 678 etc.

224 δ salicifolia Decaisne, 1834
= Atalaya salicifolia Bl.![+]

225 sapida („Camb.") Voigt, 1845
= Blighia sapida Koenig.

226 Saponaria Pers., 1805, partim (quoad flores et fructus)
= Cupania americana Linn. Cf. 229.

227 (δ) Saponaria Pers., 1805, partim. (quoad) folia
= Sapindus Saponaria Linn. Cf. 230 etc.

228 δ Saponaria non Pers.), Spreng., 1825, quoad syn.: Ornitrophe macrophylla Poir.
= Paullinia Cambessedesii Tr. & Planch.![+]

Digitized by Google

Cupania (contin.)

229 saponarioides Sw., 1788 & 1800, partim (quoad flores et fructus)
= Cupania americana Linn!† Cf. 226.

230 δ saponarioides Sw., 1788 & 1800, partim (quoad folia)
= Sapindus Saponaria Linn.!† Cf. 46, 227.

231 scrobiculata (non „Kunth") Griseb. in Bonpl., 1858, quoad Cup. guianens. Miq.
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich. Cf. 132.

232 scrobiculata (non „Kunth") W. Hook. & Arn., 1841
= Cupania dentata Moc. & Sesse ed. DC.!

233 scrobiculata Kunth, 1821
= Matayba scrobiculata Radlk.!

234 scrobiculata L. Cl. Rich., 1792! Cf. *98*, *132* (231), *200*, *210*, *211*, *252* (608), *273*, *587*.

235 scrobiculata (non „Kunth") Schl. & Cham. in Linnaea VI, 1831, excl. exclud.
= Cupania dentata Mociño & Sesse ed. DC.!

236 scrobiculata („Kunth") Schl. & Cham. in Linnaea VI, 1831, quoad syn. Cup. glabra Willd. Hb.
= Matayba scrobiculata Radlk. Cf. 119.

237 Seemanni Tr. & Planch., 1862
= Cupania sylvatica Seem.

238 semiglauca F. Müll. Hb. ed Benth., 1863
= Guioa semiglauca Radlk.!* Cf. 26, 126, 534.

239 semiglauca F. Müll. var. acutifolia, Fragm. IX, 1875, p. 98
= Guioa acutifolia Radlk.!*

240 serrata F. Müll., 1862—63
= Cupaniopsis serrata Radlk.! Cf. 443.

241 setigera Cunningh. ed. (sed non rite) Donn in Hort. Cantabrig., Ed. XII, 1831?, XIII, 1845 & Heynhold Nomencl. 1840
= Jagera pseudorhus Radlk. (?)

242 δ Sideroxylon Camb., 1829
= Stadmannia oppositifolia Poir.

243 spectabilis Radlk.

Cupania (contin.)

244 δ spinosa Blanco, 1837 (1845)
= Aurantiacea? [Bl. in Rhumphia III, p. 159.]

245 Spruceana Benth., Hook. Journ., 1851
= Matayba Spruceana Radlk.!

246 stipata F. Müll., 1860—61
= Sarcopteryx stipitata Radlk. Cf. 577 etc.

247 stipitata F. Müll., 1875
= Sarcopteryx stipitata Radlk. Cf. 577 etc.

248 δ subalbens Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Talisia subalbens Radlk!†

249 δ subcinerea A. Gray, 1854, excl. exclud.
= Alectryon subcinereum Radlk.!*†

250 δ subcinerea A. Gray, 1854, quoad syn.: Sapindus cinereus Cunningh.
= Alectryon connatum Radlk.*†

251 subrepanda Mart. Hb. Fl. bras., 1838
= Cupania rubiginosa Radlk.!

252 subrepanda („Mart. f. glabrior") Miq., 1850, coll. Kappler n. 1377
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.! Cf. 608.

253 sumatrana Hiern, 1875
= Mischocarpus fuscescens Bl. Cf. 603, 604.

254 sumatrana Kurz, 1875—76 (Pegu, Tenasserim)
= Mischocarpus fuscescens Bl.

255 sumatrana Miq., 1859
= Mischocarpus sumatranus Bl.

256 sylvatica Casaretto, 1843
= Matayba sylvatica Radlk.!

257 sylvatica Seem., 1852—57 (non Casar.)! Cf. 237.

258 tenax A. Cunn. Hb. ed. Benth. in Synon. ad Ratonten., 1863
= Toechima tenax Radlk.!* Cf. 581.

259 tenax (non Cunn. ed. Benth.) F. Müll. Fragm. IX, 1875, p. 95, quoad coll. Pancher n. 149
= Arytera arcuata Radlk.!

Digitized by Google

Cupania (contin.)

260 tenax (non Cunn. ed. Benth.) F. Müll. Fragm. IX, 1875, p. 94, quoad specimina ad Rockingham's Bay a Dallachy lecta, partim
= Sarcotoechia cuneata Radlk.!

261 tenax (non Cunn. ed Benth.) F. Müll. Fragm. IX, 1875, p. 94, quoad specimina ad Rockingham's Bay a Dallachy lecta, partim
= Sarcotoechia protracta Radlk.!

262 tenuivalvis Radlk.

263 Thouarsiana Camb., 1829
= Tina Gelonium Roem. & Schult. em.!

264 Tolambitou Camb., 1829
= Molinaea Tolambitou Radlk.!

265 tomentella F. Müll. Hb. ed. Benth., 1863
= Cupaniopsis serrata Radlk.!

266 tomentosa (non „Sw.“) DC., 1824, quoad specim. Guadalupensia (a Bertero lecta, in Hb. Prodr. servata)
= Cupania triquetra A. Rich.!

267 tomentosa (non „Sw.“) Kunth, 1821
= Cupania cinerea Poepp.! Cf. 50.

268 tomentosa (non Sw.) Spreng., 1825, quoad syn.: Cupania latifolia Kunth
= Cupania latifolia Kunth.

269 tomentosa (non Sw.) Steud., 1821, quoad syn.: Gelonium cupanioides Gaertn. „sec. Bosc.“
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 405.

270 tomentosa Sw., 1788
= Cupania americana Linn.!

271 tomentosa (non „Sw.“) Wickström in K. Vetensk. Akad. Handling. för 1827, specimen Guadalupense a Forsström lectum
= Cupania triquetra A. Rich.! Cf. 47.

272 δ trachycarpa Griseb. Pl. Wright., 1860, n. 103
= Trichilia spondioides Sw.!†

273 triloba Tr. & Planch., 1862
= Cupania scrobiculata Cl. Rich.!

274 triquetra A. Rich., 1845! Cf. *47* (271), 101, *266*.

Cupania (contin.)

275 ♂ undulata Linden Cat. Nr. 16, 1861 etc.
= Quid? Non Sapindacea!

276 uraguensis W. Hook. & Arn., 1833
= Cupania vernalis Camb. (?) (! Descr.)

277 venulosa DC., 1824
= Molinaea cupanioides Radlk.!

278 vernalis Camb., 1825! Cf. *72*, *276* (?), *658*.

279 verrucosa Bl., 1847
= Elattostachys verrucosa Radlk.!* Cf. 176.

280 vitiensis Seem., 1861
= Elattostachys vitiensis Radlk.!* Cf. 93, 563, 582.

281 Vouarana Camb., 1829, excl. exclud.
= Vouarana guianensis Aubl.

282 Vouarana Camb., 1829, quoad syn.: C. laevigata Rich. ined.
= Matayba arborescens Radlk. Cf. 148.

283 xylocarpa A. Cunn. Herb. ed. F. Müll., 1859
= Elattostachys xylocarpa Radlk.!*

284 xylocarpa F. Müll., 1875 (non 1859), quoad syn.: Cup. Bidwilli Benth.
= Elattostachys Bidwilli Radlk. Cf. 62.

285 xylocarpa F. Müll., 1875 (non 1859), quoad syn.: Cup. nervosa F. Müll.
= Elattostachys nervosa Radlk. Cf. 177.

286 zanthoxyloides Camb., 1825!

287 Zippeliana Bl., 1847
Elattostachys Zippeliana Radlk.!* Cf. 448, 691.

288 (♂) sp. Arnott in Ann. Sc. nat. II, II, 1834, p. 236
= Pancovia bijuga Willd. Cf. 66.

289 sp. Beccari, Malesia I, 1878, p. 255
= Arytera brachyphylla Radlk.!

290 sp. Camb., Mém. Mus., 1829, p. 28
= Matayba arborescens Radlk. Cf. 607 etc.

291 sp. Camb. — — p. 28
= Pseudima frutescens Radlk. Cf. 611 etc.

Digitized by Google

Cupania (contin.)

292 sp. Cat. Kew Hb. Griff. etc., 1865, n. 982
= Guioa pubescens Radlk. Cf. 197 etc.

293 sp. Cat. Kew. — — n. 982/1
= Mischocarpus fuscescens Bl. Cf. 133.

294 sp. Cat. Kew. — — n. 983
= Guioa squamosa Radlk. Cf. 128.

295 sp. Cat. Kew. — — n. 984
= Guioa bijuga Radlk.!*

296 sp. Cat. Kew. — — n. 985
= Paranephelium xestophyllum Miq.!* Cf. 651.

297 sp. Cat. Kew. — — n. 986
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

298 ♂ sp. Cat. Kew. — — n. 986,1
= Lepisanthes tetraphylla Radlk.!

299 sp. Cat. Kew. — — n. 987
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

300 sp. Cat. Kew. — — n. 989
= Arytera literalis Bl.!

301 ♂ sp. Cat. Kew. — — n. 989,1
= Nephelium hypoleucum Kurz!*

302 sp. Cat. Kew. — — n. 990
= Arytera litoralis Bl.!

303 ♂ sp. Cat. Kew. — — n. 992
= Xerospermum glabratum Radlk.!*

304 sp. Cat. Kew. — — n. 993
= Guioa fuscidula Radlk. Cf. 106.

305 sp. Eichler in Fl. bras. Fasc. 43, 1867, p. 93 c. syn. Terminalia discolor Spr. Syst. II, p. 358
= Matayba discolor Radlk. Cf. 666.

306 sp. Eichler in Fl. bras. Fasc. 43, 1867 p. 93, c. syn. Terminalia octandra Spreng. (in Hb. Berol. ed. Eichler, non Spr. Syst.)
= Matayba discolor Radlk. Cf. 667.

307 sp.? („Sapindaceous shrub“) Gray, Wilkes Exped., 1854, p. 257 in obs. ad Cup. lentiscif.
= Arytera? oligolepis Radlk. Cf. 599.

308 ♂ sp. Hook. f. & Thoms. Hb. Ind. or. n. 6
= Lepisanthes tetraphylla Radlk.!

Cupania (contin.)

309 ♂ sp. Kunth in Humb. Bonpl. K. Gen. Nov. V, 1821, p. 121
= Paullinia Cambessedesii Tr. & Pl.!

310 sp. Linden Cat. Nr. 12, 1857, p. 15 „Bahia"
= Quid? Cf. 61 etc.

311 ♂ sp. Meisner Gen., 1836—42 (Coment. p. 38, n. 13,e)
= Harpullia cupanioides Roxb.

312 sp. F. Müller Fragm. Vol. IX, 1875, p. 96 coll. Pancher n. 219 („affin. Cup. xylocarpae")
= Elattostachys incisa Radlk.!*

313 ♂ sp.? Persoon, 1805 (p. 413)
= Toulicia guianensis Aubl.

314 sp.? Seem. in Bonpl. IX, 1861, p. 254 n. 73
= Guioa rhoifolia Radlk.! Cf. 600.

315 sp. Spruce Pl. bras., 1851—56, n. 1445
= Cupania hispida Radlk.!

316 sp. Spruce — — n. 1578
= Matayba macrostylis Radlk.!

317 sp. Spruce — — n. 1746
= Vouarana guianensis Aubl.!

318 sp. Spruce — — n. 1747
= Matayba arborescens Radlk.!

319 sp. Spruce — — n. 1858
= Cupania rubiginosa Radlk.!

320 sp. Spruce — — n. 1879
= Cupania rubiginosa Radlk.!

321 ♂ sp. Spruce — — n. 1890
= Trichilia septentrionalis C. DC.![+]

322 ♂ sp. Spruce — — n. 2421
= Talisia multinervis Radlk.![+]

323 sp. Spruce — — n. 2525
= Matayba robusta Radlk.!

324 sp. Spruce — — n. 2744
= Matayba arborescens Radlk.!

325 sp. Spruce — — n. 2790
= Matayba discolor Radlk.!

Digitized by Google

Cupania (contin.)

326 sp. Spruce Pl. bras., 1851—56, n. 3402
= Matayba opaca Radlk.!

327 sp. Spruce — — n. 4619
= Matayba peruviana Radlk.!

328 sp. Teysm. & Binn. Cat., 1866, p. 215 (Amboina)
= Guioa patentinervis Radlk.?

329 sp. Teysm. & Binn. Cat., 1866, p. 215 (Bangka, 254)
= Guioa pubescens Radlk.?* (Guioa diplopetala Radlk.?)

330 δ sp. Turczan. 1858, coll. Claussen ao. 1840
= Talisia esculenta Radlk.!

331 sp. Turczan. 1858, coll. Cuming n. 507
= Mischocarpus fuscescens Bl. Cf. 642.

332 sp. Turczan. 1858, coll. Cuming n. 1237
= Elattostachys verrucosa Radlk.!*

333 sp. Turczan. 1858, coll. Cuming n. 1387
= Mischocarpus sundaicus Bl. Cf. 640 etc.

334 δ sp. Turczan. 1858, coll. Metz n. 835
= Amoora Rohituka Wight & Arn.!† *

335 sp. Turczan. 1858, coll. Schomburgk n. 381
= Matayba inelegans Radlk.!

336 δ sp. Wallich Cat., 1847, n. 8067 A
= Euphoria Longana Lam. [Hiern.]

337 δ sp. Wallich Cat. — — n. 8067 B
= ? Aglaia edulis A. Gray. [Hiern.]

338 δ sp. Wallich Cat. — — n. 8069
= Chisocheton paniculatus Hiern!

339 δ sp. Wallich Cat. — — n. 9034
= Lepisanthes tetraphylla Radlk. [Hiern.]

340 δ sp.? Wight & Arn. Prodr. 1834, p. 112 in obs. ad Sap.? defic.
= Lepisanthes deficiens Radlk.!

341 sp.? Wight & Arn. Prodr., 1834, p. 113 in obs. ad Cup.
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

Cupaniopsis
342 anacardioides Radlk.† Cf. 53 (28).
343 apiocarpa Radlk.
344 azantha Radlk.
345 chytradenia Radlk.
346 crassivalvis Radlk.
347 dictyophora Radlk.
348 foveolata Radlk. Cf. 96.
349 fruticosa Radlk. Cf. 125.
350 ganophloea Radlk.
351 glomeriflora Radlk.
352 inoplea Radlk.
353 leptobotrys Radlk. Cf. 158.
354 macrocarpa Radlk.
355 myrmoctona Radlk.
356 oedipoda Radlk.
357 petiolulata Radlk.
358 psilocarpa Radlk.
359 punctulata Radlk. Cf. 203.
360 serrata Radlk. Cf. 240 (443), *265*.
361 Storckii Radlk. Cf. 579 (57).
362 subcuneata Radlk.
363 trigonocarpa Radlk.
364 Wadsworthii Radlk. Cf. 442.

Dictyoneura
365 acuminata Bl., 1847! Cf. 37.
366 obtusa Bl., 1847! Cf. 181.

Digonocarpus
367 inflatus Vellozo, 1825
= Cupania emarginata Camb. (! Ic.)

Dilodendron
368 bipinnatum Radlk., 1878.†

Dimereza
369 cupanioides Hassk. mss. ed. Hassk. in Flor. XXV, 1842
= Guioa diplopetala Radlk. Cf. 81.
370 glauca Labillard., 1825
= Guioa glauca Radlk.!* Cf. 78, 124, 374.
371 sp.? Gray, 1854
= Guioa rhoifolia Radlk. Cf. 213.

Digitized by Google

Diploglottis
372 australis Radlk.[†] Cf. *80* (558), 652 (74, 373, 496).
373 Cunninghami Hook. f., 1862
= Diploglottis australis Radlk. Cf. 652 etc.

Diplopetalon
374 glaucum Spreng., 1827
= Guioa glauca Radlk. Cf. 370 etc.

Dittelasma
375 Rarak (non Hook. f.) Hassk. in Pl. Cuming n. 1304, ed. Hohenack.
= Trigonachras cultrata Radlk. Cf. 610.

Elattostachys
376 apetala Radlk.* Cf. 55 (510, 554), *589* (646).
377 Bidwilli Radlk.* Cf. 62 (284).
378 duplicato-serrata Radlk.*
379 falcata Radlk.* Cf. 92 (509, 564).
380 incisa Radlk.* Cf. *312*.
381 nervosa Radlk.* Cf. 177 (285).
382 verrucosa Radlk.* Cf. *84*, 279 (176), *332*, *449*, *541*.
383 vitiensis Radlk.* Cf. 280 (93, 563, 582).
384 xylocarpa Radlk.* Cf. 283.
385 Zippeliana Radlk.* Cf. 287 (448, 691).

Ephielis
386 (♂) fraxinea (non W.) Bertero ed. Camb., 1829 (Trichilia? sp. Camb.)
= Hedwigia balsamifera Sw. Cf. 474.
387 fraxinea Willd., 1799
= Matayba guianensis Aubl. em. Cf. 392 etc.
388 guianensis Gmelin, 1791 (Persoon 1805)
= Matayba guianensis Aubl. em. Cf. 392 etc.
389 ♂ juglandinea Poepp. Pl. Cub., 1824, ed. Schlecht. & Cham. in Linnaea 1831, p. 419
= Hypelate paniculata Camb.![†]
390 (♂) Patrisiana Spreng., 1825
= ? Leguminosa habitu Ingarum, forsan Swartziea. Cf. 485.
391 Vouarana Spreng., 1805
= Vouarana guianensis Aubl.

Ephielis (contin.)

392 sp. Schreber Gen. Pl. I, 1789
= Matayba guianensis Aubl. em. Cf. 387, 388.

Eriocoelum

393 paniculatum Baker, 1868!

394 racemosum Baker, 1868!

395 sp. Baill. Hist. d. Pl., 1874 (non Baker)
= Placodiscus turbinatus Radlk. !†

396 sp. Baill. Hist. d. Pl., — —
= Lychnodiscus reticulatus Radlk. !†

Ernstingia

397 sp. Scopoli, 1777 (Necker 1790)
= Matayba guianensis Aubl. em.

Euphoria

398 Leichhardtii Benth., 1863
= Arytera Leichhardtii Radlk. !* Cf. 531.

399 xerocarpa Bl., 1825, excl. fructu
= Arytera litoralis Bl. Cf. 535.

400 sp. Korth. Hb. ed. Bl., 1847
= Guioa diplopetala Radlk. Cf. 208 etc.

Euphoriopsis

401 longifolia Radlk.*† Cf. 615 (620).

Garuga

402 javanica Bl., 1825
= Jagera serrata Radlk. Cf. 454.

403 madagascariensis DC. Prodr. II, 1825
= Tina madagascariensis Radlk. !* Cf. 404, 450.

404 pinnata (non Roxb.) Wight & Arn., 1834, quoad syn.: „Garuga madagascariensis DC.?"
= Tina madagascariensis Radlk. Cf. 403.

Gelonium

405 cupanioides Gaertn., 1791
= Molinaea cupanioides Radlk. (! Ic.). Cf. 4, 75, 107, 269, 669, 673.

406 sp. du Petit Thouars, 1806
= Tina Gelonium Roem. & Schult. em. (!) Cf. 108, 166, 675.

Digitized by Google

Giroa (sphalmate loco „Guioa“)
407 lentiscifolia Steud., 1821
= Guioa lentiscifolia Cav.

Gongrodiscus
408 parvifolius Radlk.
409 sufferugineus Radlk.

Guaiacum
410 dubium Forster Prodr., 1786
= ? Guioa lentiscifolia Cav. [Gray.]

Guioa
411 acutifolia Radlk.* Cf. 239.
412 bijuga Radlk.* Cf. 195 (129, 602), *295*.
413 crenata Radlk.
414 diplopetala Radlk.*† Cf. *13*, *20*, 81 (369), *208* (160, 400, 432, 621).
415 fusca Radlk.*
416 fuscidula Radlk.* Cf. 106 (304).
417 glauca Radlk.* Cf. 370 (78, 124, 374).
418 gracilis Radlk.
419 lasioneura Radlk.
420 lentiscifolia Cav., 1797!*† Cf. *2*, 157 (578), 407, *410*?
421 leptoneura Radlk. Cf. 433.
422 membranifolia Radlk.*
423 microsepala Radlk.
424 Minjalilen Radlk.* Cf. 171.
425 ovalis Radlk.
426 patentinervis Radlk.* Cf. *328*?
427 pectinata Radlk.
428 Perrottetii Radlk.*† Cf. 445, *618*.
429 pleuropteris Radlk.* Cf. 194, *196* (130, 198).
430 pteropoda Radlk.*
431 pubescens Radlk.*† Cf. *27*, *184*, *197* (292), *329*? 619.
432 regularis Radlk. in Holl.-Ind. Sap., 1878, p. 12 & 41
= Guioa diplopetala Radlk. ibid. p. 88. Cf. 208.
433 regularis Radlk. ibid. p. 42 quoad Becc. it. sec. 7''''
(Celebes, non „Key“)
= Guioa leptoneura Radlk.
434 rhoifolia Radlk.* Cf. 213 (371), *314* (600), *601*.

Guioa (contin.)
435 rigidiuscula Radlk.*
436 semiglauca Radlk.* Cf. 238 (26, 126, 534).
437 squamosa Radlk.*† Cf. *34* (122), *128* (294), 626 (122, 209).
438 subfalcata Radlk.* Cf. 156.
439 venusta Radlk.*
440 villosa Radlk.*
441 sp.? Radlk. Ueber Sapind. (p. 301 n. 47). Cf. 614 (447, 455).

Harpullia
442 Wadsworthii F. Müll., 1863—64
= Cupaniopsis Wadsworthii Radlk.!
443 sp.? F. Müll., 1862—63
= Cupaniopsis serrata Radlk. Cf. 240.

Hemigyrosa
444 (♂) canescens Bl., 1847
= Lepisanthes tetraphylla Radlk. Cf. 516 etc.
445 Perrottetii Bl., 1847
= Guioa Perrottetii Bl.!*†
446 ♂ Pervillei Bl., 1847
= Deinbollia Pervillei Radlk.!* (p. 40) † (p. 275)
447 sp. Bl., 1847
= Guioa? sp. Radlk. Cf. 614 etc.

Hypelate
448 pinnata Zipp. Hb. ed. Bl., 1847
= Elattostachys Zippeliana Radlk. Cf. 287 etc.

Jagera
449 glabra Hassk., 1858
= Elattostachys verrucosa Radlk.!*
450 madagascariensis Bl., 1847
= Tina madagascariensis Radlk. Cf. 403.
451 pseudorhus Radlk.* Cf. 201, *241* (?).
452 Roxburghii Bl., 1847
= Jagera serrata Radlk. Cf. 624.
453 serrata Radlk.*† Cf. *454* (402), 624 (452).
454 speciosa Bl., 1847
= Jagera serrata Radlk.!* Cf. 402.

Digitized by Google

Koelreuteria
455 arborea Blanco, Ed. II, 1845
= Guioa? spec. Radlk.† Cf. 614 etc.

Laccodiscus
456 ferrugineus Radlk. Cf. 94.

Lachnopetalum
457 glabrum Turcz., 1848, coll. Cuming n. 1169
= Lepidopetalum Perrottetii Bl.! Cf. 568, 569.

Lepiderema
458 papuana Radlk.*

Lepidopetalum
459 Jackianum Radlk.* Cf. 138 (35).
460 montanum Radlk.* Cf. 19.
461 Perrottetii Bl., 1847!*† Cf. *191*, *214*, *457* (568, 569), *627*.

Matayba
462 apetala Radlk. Cf. 56 (551), *182*.
463 arborescens Radlk.† Cf. *83*, *146*, *148* (282), *318*, *324*, *561*, *585*, 607 (60, 290, 616, 623, 630), *668*.
464 camptoneura Radlk.
465 discolor Radlk. Cf. *325*, 666 (305), *667* (306).
466 domingensis Radlk. Cf. 560 (207), *576* (553).
467 elaeagnoides Radlk.
468 elegans Radlk.
469 floribunda Radlk.
470 glaberrima Radlk. Cf. 110 (142); *149* (114, 142).
471 grandis Radlk.
472 guianensis Aubl. em., 1775! Cf. *89*, *147*, *155* (665), *170*, *212*, 392 (388, 387), 397, *586*.
473 guianensis (non Aubl.) Camb., 1829, quoad specim. Aubletian. in Hb. Juss. (n. 11365) servat.
= Molinaea arborea Gmel. em.!
474 δ guianensis (non Aubl.) DC., 1824, quoad specim. Berterian. in S. Domingo lect.
= Hedwigia balsamifera Sw.!† Cf. 386.
475 heterophylla Radlk. Cf. 134.
476 inelegans Radlk. Cf. 137, *335*.
477 juglandifolia Radlk.† Cf. 613.
478 laevigata Radlk.† Cf. 144 (113, 629).

Matayba (contin.)

479 longipes Radlk.
480 macrostylis Radlk. Cf. 316.
481 marginata Radlk.
482 mexicana Radlk. Cf. 169 (573).
483 mollis Radlk.
484 opaca Radlk. Cf. 145 (113, 609), *326*.
485 δ Patrisiana DC., 1824
= ? Leguminosa habitu Ingarum, forsan Swartziea! Cf. 390.
486 paucijuga Radlk.
487 peruviana Radlk. Cf. *327*.
488 punctata Radlk. Cf. 202.
489 purgans Radlk. Cf. 204.
490 robusta Radlk. Cf. 323.
491 scrobiculata Radlk. Cf. *119* (236), 233, *588*.
492 Spruceana Radlk. Cf. 245.
493 sylvatica Radlk. Cf. 256.
494 tovarensis Radlk.
495 ? Vouarana DC., 1824
= Vouarana guianensis Aubl.

Melicocca

496 australis Steud., 1841
= Diploglottis australis Radlk. Cf. 652 etc.

Mildea

497 gibbosa Miq., 1867
= ? Paranephelium xestophyllum Miq. Cf. 538.
498 xestophylla Miq., 1867
= Paranephelium xestophyllum Miq. Cf. 539.

Mischocarpus

499 anodontus Radlk.* Cf. 54 (550, 647).
500 exangulatus Radlk.* Cf. 90 (562, 645).
501 fuscescens Bl., 1847!* Cf. 105, *133* (293), *253* (603, 604), *254*, *297*, *299*, *536*, *580*, *590*, *642* (331), *643*.
502 grandissimus Radlk.* Cf. 127 (565).
503 lachnocarpus Radlk.* Cf. 141 (567).
504 pentapetalus Radlk.* Cf. 638 (82, 189, 190, 219, 341, 639, 648).
505 pyriformis Radlk.* Cf. 205, (575, 649).

Digitized by Google

Mischocarpus (contin.)
506 sumatranus Bl., 1847!* Cf. 255.
507 sundaicus Bl., 1825!* Cf. *88*, 159 (570), 172, 525, *640* (333, 641), *644*.
508 sp.? Blume, 1847. Cf. 543 (542).
509 sp.? Gray, Wilkes Exped., 1854, p. 252 = Elattostachys falcata Radlk. Cf. 92 etc.
510 sp.? Gray, Wilkes Exped., 1854, p. 253 = Elattostachys apetala Radlk. Cf. 55 etc.

Molinaea
511 alternifolia Willd., 1799 = M. arborea Gmelin emend. Cf. 43, 152, 524.
512 ð ? arborea Blanco, Ed. I & II, 1837, 1845 = Meliacea? (! Descr.) Cf. 58.
513 arborea Gmelin emend., 1791! Cf. *33*, *150*, *473*, 524 (43, 152, 511).
514 arborea Gmelin, 1791, partim = M. cupanioides Radlk. Cf. 523.
515 brevipes Radlk.
516 ð canescens Roxb., 1795 = Lepisanthes tetraphylla Radlk.!*† Cf. 67, 444.
517 cupanioides Radlk. Cf. *277*, 405 (4, 75, 107, 269, 669, 673), *523* (151, 514, 518).
518 laevis Willd., 1799 = M. cupanioides Radlk. Cf. 151, 523.
519 macrantha Radlk.
520 petiolaris Radlk.
521 retusa Radlk.
522 Tolambitou Radlk. Cf. 264.
523 sp. Juss., 1789 (Lam. Ill. t. 305, f. 1) = M. cupanioides Radlk.! Cf. 514; 518 etc.
524 sp. Juss., 1789 (Lam. Ill. t. 305, f. 2) = M. arborea Gmel. em.! Cf. 511 etc.
525 sp.? Wallich Cat., 1847, n. 8092 = Mischocarpus sundaicus Bl.!

Moulinsia
526 cupanioides Camb., 1829, quoad fruct. in tab. 2, fig. 5 & 6 depict. = Arytera litoralis Bl.!† (p. 804)

Nephelium
527 Beckleri Benth., 1863
= Arytera divaricata F. Müll.!*
528 distyle F. Müll., 1875
= Arytera distylis Radlk. Cf. 559.
529 divaricatum F. Müll. Hb. ed. Benth., 1863
= Arytera divaricata F. Müll. (1859)!*
530 foveolatum F. Müll. Hb. ed. Benth., 1863
= Arytera foveolata F. Müll. (1859)!*
531 Leichhardtii F. Müll., 1867, 1875
= Arytera Leichhardtii Radlk. Cf. 398.
532 microphyllum Benth., 1863
= Arytera microphylla Radlk.!*
533 mutabile (non Bl.) Miq., 1860 (nec 1859), „Pening-Pening ramboetan mal."
= Arytera litoralis Bl.!*
534 semiglaucum F. Müll., 1863—64
= Guioa semiglauca Radlk. Cf. 238 etc.
535 xerocarpum Camb., 1829 (excl. fructu; cfr. Euphoria x. Bl.)
= Arytera litoralis Bl. Cf. 399.
536 sp., N. Longano W. & Arn. affin., Hassk. in Pl. Cuming n. 507, ed. Hohenack.
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

Ornitrophe
537 Cominia Poepp. Pl. Cub., 1822, ed. Griseb. in Cat. Pl. Cub., 1866
= Cupania macrophylla A. Rich.!

Paranephelium
538 gibbosum Teysm. & Binn., 1866
= ? P. xestophyllum Miq. (!) Cf. 497.
539 xestophyllum Miq., 1860! Cf. *296* (651), 498. *538*? (497).

Paullinia
540 guatemalensis Turcz., 1859, I, p. 268
= Cupania guatemalensis, Radlk.!
541 sp. Hohenack. in. sched. coll. Cuming n. 1237
= Elattostachys verrucosa Radlk.!*

Digitized by Google

Pedicellaria
542 sp. Leman in Dict. Sc. nat. XXXVIII, 1825, p. 207
= Mischocarpus? sp. Cf. 543.
Pedicellia
543 oppositifolia Loureiro, 1790
= Mischocarpus? sp. [Bl.] Cf. 542.
Pentascyphus
544 thyrsiflorus Radlk.
Phialodiscus
545 unijugatus Radlk. Cf. 30.
546 zambesiacus Radlk. Cf. 31.
Pseudima
547 frutescens Radlk.*† Cf. 611 (99, 291).
Ratonia
548 adenophylla Kurz, 1875
= Arytera litoralis Bl. Cf. 39 etc.
549 (♂) Alphandi F. Müll., 1863—64
= Castanospora Alphandi F. Müll. Cf. 42.
550 anodonta Benth., 1863
= Mischocarpus anodontus Radlk. Cf. 54 etc.
551 apetala Griseb. (non Pl. Wrigth.) Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, excl. exclud.
=* Matayba apetala Radlk. Cf. 56.
552 apetala Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl., 1859, quoad syn.: Cup. juglandifol. A. Rich., fruct.
= Cupania macrophylla A. Rich. Cf. 139.
553 apetala Griseb. (non Fl. Brit. W. Ind. Isl.) Pl. Wright., 1860 (coll. Wright n. 1151, 1604)
= Matayba domingensis Radlk. Cf. 576.
554 apetala (non Griseb.) Seem., 1865
= Elattostachys apetala Radlk. Cf. 55 etc.
555 ? Brackenridgei Seem., 1865
= Arytera Brackenridgei Radlk. Cf. 64.
556 Cordierii F. Müll. coll., ed. F. Müll., 1875
= Synima Cordierii Radlk. Cf. 73.
557 Daemeliana F. Müll. coll., ed. F. Müll., 1875
= Toechima Daemelianum Radlk. Cf. 76.
558 diphyllostegia F. Müll. coll., ed. F. Müll., 1865—66
= Diploglottis australis Radlk. Cf. 80.

Digitized by Google

Ratonia (contin.)

559 distylis F. Müll. Hb. ed. Benth., 1863
= Arytera distylis Radlk.!* Cf. 528.

560 domingensis DC., 1824
= Matayba domingensis Radlk.! Cf. 207.

561 domingensis (non „DC.") Griseb. Fl. Br. W. Ind. Isl., 1859, p. 710
= Matayba arborescens Radlk.!

562 exangulata F. Müll., 1863—64
= Mischocarpus exangulatus Radlk. Cf. 90 etc.

563 falcata Seem., 1865, coll. n. 68
= Elattostachys vitiensis Radlk. Cf. 280 etc.

564 falcata Seem., 1865, coll. n. 70
= Elattostachys falcata Radlk. Cf. 92 etc.

565 grandissima F. Müll., 1863—64
= Mischocarpus grandissimus Radlk. Cf. 127.

566 ♂ Homei Seem., 1865
= Podonephelium Homei Radlk.!*

567 lachnocarpa F. Müll., 1863—64
= Mischocarpus lachnocarpus Radlk. Cf. 141.

568 lachnopetala Turcz., 1863, coll. Cuming n. 1169
= Lepidopetalum Perrottetii Bl. Cf. 457 etc.

569 Lachnopetalum Hassk. in Pl. Cuming n. 1169, ed. Hohenack.
= Lepidopetalum Perrottetii Bl. Cf. 457 etc.

570 Lessertiana Turcz., 1863 (excl. coll. Cuming n. 1456 et 1734, ad Mischoc. fuscesc. recensend.)
= Mischocarpus sundaicus Bl. Cf. 159.

571 litoralis Teysm. & Binn., 1866
= Arytera litoralis Bl.

572 Martyana F. Müll. coll., ed. F. Müll., 1865—66
= Sarcopteryx Martyana Radlk. Cf. 168.

573 mexicana Turcz., 1863
= Matayba mexicana Radlk. Cf. 169.

574 O'Shanesiana F. Müll. coll., ed. F. Müll., 1875
= Arytera O'Shanesiana Radlk. Cf. 183.

575 pyriformis Benth., 1863
= Mischocarpus pyriformis Radlk. Cf. 205 etc.

Ratonia (contin.)

576 spathulata Griseb. Cat. Pl. Cub., 1866 (coll. Wright n. 1151, 1604)
= Matayba domingensis Radlk.! Cf. 553.

577 stipitata Benth., 1863
= Sarcopteryx stipitata Radlk.! Cf. 246, 247.

578 stipitata (non Benth.) Seem., 1865, quoad syn. Cupania lentiscifolia
= Guioa lentiscifolia Cav. Cf. 157.

579 Storckii Seem., 1865
= Cupaniopsis Storckii Radlk.! Cf. 57.

580 sumatrana Kurz in Pegu Report, 1875
= Mischocarpus fuscescens Bl.

581 tenax Benth., 1863
= Toechima tenax Radlk. Cf. 258.

582 vitiensis F. Müll., 1875
= Elattostachys vitiensis Radlk. Cf. 280 etc.

583 Zygolepis Turcz., 1863, coll. Cuming n. 1761
= Arytera rufescens Radlk. Cf. 693.

584 δ n. 10 Walpers Ann. VII, 1869, p. 627
= Gelonium (Suregada) aequoreum Hance (Euphorbiac.)

585 sp. Turcz., 1863, p. 586, 587, coll. Caley, St. Vincent
= Matayba arborescens Radlk.!

586 sp. Turcz. — — coll. Gardner n. 3074
= Matayba guianensis Aubl. em.!

587 sp. Turcz. — — coll. Hostm. n. 295
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich.!

588 sp. Turcz. — — coll. Schlim n. 902
= Matayba scrobiculata Radlk.!

589 sp. Turcz. — — coll. Vieillard n. 207
= Elattostachys apetala Radlk.! Cf. 646.

590 sp. Turcz. — — coll. Zolling. n. 3266
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

Rhysotoechia

591 bifoliolata Radlk. Cf. 217.

592 flavescens Radlk. Cf. 218.

Rhysotoechia (contin.)

593 grandifolia Radlk.*

594 Mortoniana Radlk.* Cf. 173.

595 ramiflora Radlk.*

596 Robertsoni Radlk. Cf. 216.

Robinia

597 mollissima Vahl ed. Poir., 1804
= Cupania rubiginosa Radlk. Cf. 199 etc.

598 rubiginosa Poiret, 1804
= Cupania rubiginosa Radlk. Cf. 199 etc.

Sapindacea

599 A. Gray („Sapindaceous shrub" ex insula Upolu), Wilkes Exped., 1854, p. 257 in obs. ad Cup. lentiscifol.
= Arytera? oligolepis Radlk.! Cf. 307.

600 Seem. in Bonpl. IX, 1861, p. 254, n. 73
= Guioa rhoifolia Radlk. Cf. 314.

601 Seem. in Bonpl. IX, 1861, p. 254, n. 74
= Guioa rhoifolia Radlk.!

602 ? Wallich Cat., 1847, n. 8094
= Guioa bijuga Radlk. Cf. 195.

603 Wallich — — n. 8108
= Mischocarpus fuscescens Bl.! Cf. 253 etc.

604 Wallich — — n. 9035 (Kashia)
= Mischocarpus fuscescens Bl. Cf. 253 etc.

605 Wallich — — n. 9036
= Trigonachras acuta Radlk. Cf. 38.

Sapindus

606 adenophyllus Wallich Cat., 1847, n. 8044
= Arytera litoralis Bl.!† Cf. 39 etc.

607 arborescens Aubl., 1775
= Matayba arborescens Radlk.!† Cf. 60, 290, 616, 623.

608 arborescens (non Aubl.) Miq. in Linnaea, 1844, coll. Kappler n. 1377
= Cupania scrobiculata L. Cl. Rich. Cf. 252.

609 arborescens (non Aubl.) Miq. in sched. coll. Kappler n. 744, ed. Hohenack., 1846
= Matayba opaca Radlk. Cf. 145 etc.

Digitized by Google

Sapindus (contin.)

610 cultratus Turcz., 1858
= Trigonachras cultrata Radlk.!*† Cf. 375, 628.

611 frutescens Aubl., 1775
= Pseudima frutescens Radlk.!*† Cf. 99, 291.

612 δ glabrescens W. Hook. & Arn., 1841, a Griseb. ad Cupaniam glabram Sw. relat.
= Guarea fulva Tr. & Pl., β mexicana C. DC. [C. DC. in Monogr. Meliac.] Cf. 115.

613 juglandifolius Camb., 1825
= Matayba juglandifolia Radlk.!†

614 Koelreuteria Blanco, 1837 (Koelreuteria arborea Blanco, 1845)
= Guioa? sp. Radlk. (! Descr.)† Cf. 447, 455.

615 longifolius (non „Willd." resp. Vahl) Roxb., 1813
= Euphoriopsis longifolia Radlk.!*† Cf. 620.

616 microcarpus Dietr., Fr. G., 1808
= Matayba arborescens Radlk. Cf. 607 etc.

617 obovatus Wight & Arn., 1834
= Blighia sapida Koen.† [Hiern]

618 pubescens Zoll. & Moritzi, 1846, quoad coll. Perrott. in Hb. DC.
= Guioa Perrottetii Radlk.!*†

619 pubescens Zoll. & Moritzi, 1846, quoad coll. Zoll. n. 1105
= Guioa pubescens Radlk.!*†

620 Rarak (non DC.) Wight & Arn., 1834, quoad S. longifol. (non Vahl) Roxb.
= Euphoriopsis longifolia Radlk. Cf. 615.

621 regularis Korth. Hb. ed. Bl., 1847
= Guioa diplopetala Radlk. Cf. 208 etc.

622 rufescens Turcz., 1858 (p. 404)
= Cupania paniculata Camb.!

623 senegalensis (non Poir.) Dietr., Fr. G., 1838, quoad S. arborescens Aubl. et patriae indicat. Guiana
= Matayba arborescens Radlk. Cf. 607 etc.

624 serratus Roxb., 1813, 1832
= Jagera serrata Radlk.!*† Cf. 452.

625 squamosus Roxb., 1814, 1832
= Sarcopteryx squamosa Radlk.!*† Cf. 121.

Sapindus (contin.)

626 squamosus (non Roxb.) Wallich Cat., 1847, n. 8097
= Guioa squamosa Radlk.!*† Cf. 122, 209.

627 sp. Cuming Pl. philip. n. 1170 (partim), ed. Hohenack.
= Lepidopetalum Perrottetii Bl.!*†

628 sp. Cuming Pl. philip. n. 1304, ed. Hohenack.
= Trigonachras cultrata Radlk. Cf. 610.

629 sp.? Miq. in Linnaea XXII, 1849, coll. Kegel n. 268
= Matayba laevigata Radlk.!† Cf. 144.

630 Miq. in sched. coll. Hostm. n. 600a, ed. Hohenack., 1846
= Matayba arborescens Radlk.!† Cf. 60 etc.

Sarcopteryx

631 coriacea Radlk.*

632 Martyana Radlk.*† Cf. 168 (572).

633 melanophloea Radlk.*†

634 squamosa Radlk.*† Cf. 625 (121).

635 stipitata Radlk.* Cf. 577 (246, 247).

Sarcotoechia

636 cuneata Radlk. Cf. 260.

637 protracta Radlk. Cf. 261.

Schleichera

638 pentapetala Roxb., 1814, 1832
= Mischocarpus pentapetalus Radlk.!* Cf. 82, 189, 190, 219, 341, 639, 648.

639 pentaphylla Wight (sphalmate loco „pentapetala") Ic., 1843
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

640 revoluta Turcz., 1848, coll. Cuming n. 1387
= Mischocarpus sundaicus Bl.!* Cf. 333, 641.

641 subundulata (non Turcz.) Hohenack. in sched. coll. Cuming n. 1387
= Mischocarpus sundaicus Bl. Cf. 640 etc.

642 subundulata Turcz., 1848, coll. Cuming n. 507
= Mischocarpus fuscescens Bl.!* Cf. 331.

643 trijuga (non Willd.) Zoll. & Moritzi, 1846, coll. Zoll. n. 507, partim
= Mischocarpus fuscescens Bl.!

Digitized by Google

Schleichera (contin.)

644 trijuga (non Willd.) Zoll. & Moritzi, 1846, coll. Zoll. n. 507, partim
= Mischocarpus sundaicus Bl.!

645 sp.? F. Müll., Fragm. IX., 1875, p. 91
= Mischocarpus exangulatus Radlk. Cf. 90 etc.

646 sp.? Turcz., 1863, coll. Vieillard n. 207
= Elattostachys apetala Radlk. Cf. 589.

Schmidelia

647 anodonta F. Müll., 1858—59
= Mischocarpus anodontus Radlk. Cf. 54 etc.

648 pentapetala Wight Ic. II, 1843, t. 402
= Mischocarpus pentapetalus Radlk. Cf. 638 etc.

649 pyriformis F. Müll., 1858—59
= Mischocarpus pyriformis Radlk. Cf. 205 etc.

Scyphonychium

650 multiflorum Radlk. Cf. 174.

Scyphopetalum

651 ramiflorum Hiern, 1875
= Paranephelium xestophyllum Miq. Cf. 296.

Stadmannia

652 australis Don. Gen. Syst., 1831, p. 669
= Diploglottis australis Radlk.![†] Cf. 74, 373, 496.

653 Bahiensis Linden Cat. Nr. 13, 1858, p. 6 etc.
= Quid? Cf. 659, *61*? (310).

654 Frazeri Linden Cat. Nr. 12, 1857, p. 17 & 20
= Cupania glabra Sw.!

655 frigida Linden Cat. Nr. 16, 1861, p. 4, c. syn. S. Ghisebr.
= Cupania dentata Moc. & Sesse. Cf. 97, 656.

656 Ghisebreghti Hort. Gandavens. ed. Linden in Cat. Nr. 16, 1861
= Cupania dentata Moc. & Sesse! Cf. 655 etc.

657 (♂) jatrophaefolia Linden Cat. Nr. 12, 1857, p. 15 qua synon. Cup.[ae] panduraefoliae
= Anacardiacea (?)! Cf. 186.

658 sorbifolia Linden Cat. Nr. 17, 1862, p. 8 etc.
= Cupania vernalis Camb.!

Stadmannia (contin.)

659 sp. Linden Cat. Nr. 12, 1857, p. 17 „Bahia"
= Quid? Cf. 653 etc.

Storthocalyx

660 chryseus Radlk.

661 leioneurus Radlk.

662 Pancheri Radlk. Cf. 185.

663 sordidus Radlk.

Synima

664 Cordierii Radlk. Cf. 73 (556).

Talisia

665 laxiflora Benth. in Hook. Journ. Bot., 1850, p. 212
= Matayba guianensis Aubl. em. Cf. 155.

Terminalia

666 discolor Spreng. Neue Entdeckungen II, 1821, p. 111
(Syst. II, 1825, p. 358)
= Matayba discolor Radlk.! Cf. 305.

667 octandra Spreng. in Hb. Berol. ed. Eichler in Fl. bras.
Fasc. 43, 1867, p. 93
= Matayba discolor Radlk.! Cf. 306.

Thouinia

668 polygama (non G. Mey.) Miq., 1849, coll. Kappler
n. 1829
= Matayba arborescens Radlk.!† (p. 325)

Tina

669 cupanioides DC., 1824
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 405 etc.

670 dasycarpa Radlk.

671 fulvinervis Radlk.

672 Gelonium Roem. & Schult. emend., 1819. (!) Cf. 263,
406 (108, 166, 675).

673 Gelonium Roem. & Schult., 1819, partim, quoad syn.:
? Gelonium cupanioides Gaertn.
= Molinaea cupanioides Radlk. Cf. 405 etc.

674 isoneura Radlk.

675 madagascariensis („Thouars") DC., 1824
= Tina Gelonium Roem. & Schult. em. Cf. 406 etc.

676 ♂ madagascariensis Herbarior. ed. Baill., 1875
= Harpullia madagascariensis Radlk.!*† Cf. 167.

Tina (contin.)
677 madagascariensis Radlk.* (p. 37) Cf. *70*, 403 (404, 450).
678 ♂ rupestris Bl., 1825
= Harpullia cupanioides Roxb.!* Cf. 63, 223.
679 striata Radlk.
680 trijuga Radlk.

Toechima
681 Daemelianum Radlk.* Cf. 76 (557).
682 erythrocarpum Radlk.* Cf. 87.
683 subteres Radlk.*
684 tenax Radlk.* Cf. 258 (581).

Touchiroa
685 ? Vouarana Rich. mss. ed. DC. in Prodr. II, 1825, p. 520
= Vouarana guianensis Aubl. [DC.]

Trigonachras
686 acuta Radlk.* Cf. 38 (605).
687 cultrata Radlk.*! Cf. 610 (375, 628).

Trigonis
688 tomentosa Jacq., 1763
= Cupania americana Linn. (! Descr.)

Trigonocarpus
689 racemosus Vellozo, 1825
= Cupania racemosa Radlk. (! Ic.)

Tripha
690 sp. Noronha, 1790, „Kihoè Javensib.“ („Cupania Plum.“ Hassk.)
= Mischocarpus sp.? Arytera sp.? Guioa sp.? Xerospermum sp.?

Valentinia
691 sp. Zipp. Hb. ed. Bl., 1847
= Elattostachys Zippeliana Radlk. Cf. 287 etc.

Vouarana
692 guianensis Aubl., 1775! Cf. 36, 281, *317*, 391, 495, 685.

Zygolepis
693 rufescens Turcz., 1848, coll. Cuming n. 1761
= Arytera rufescens Radlk.!* Cf. 583.

Zusätze.

Die folgenden Zusätze, welche die Art-Uebersichten der mehrgliederigen Cupanieengattungen und in diesem Rahmen zugleich die kurze Charakteristik der neuen Arten enthalten, sowie im Anschlusse hieran Bemerkungen kritischer und geschichtlicher Art, halten für die Gattungen die alphabetische Reihenfolge der Tabelle ein, so dass specielle Hinweise auf sie in der Tabelle entbehrlich erschienen.

Die auf einzelne Arten bezüglichen Zusätze sind den Art-Uebersichten entsprechend geordnet.

Bemerkungen, welche sich auf die Synonyme einer Art beziehen, finden bei dieser selbst ihren Platz. Die betreffenden Synonyme sind übrigens nicht selbst auch in den Art-Uebersichten aufgeführt (ausser wo es sich um die Andeutung ihrer näheren Beziehung zu bestimmten Materialien handelte). Ihre Aufführung in diesen Uebersichten wäre wesentlich nur eine Wiederholung der Tabelle selbst in anderer Form gewesen, für welche hier nicht Raum war. Es sind sonach die Synonyme in der Tabelle nachzusehen, in welcher auf dieselben bei jeder der angenommenen Arten durch Anführung der entsprechenden laufenden Nummern hingewiesen ist (s. ob. p. 505).

Wenn ein Zusatz ausser der an der Reihe stehenden zugleich eine andere ferner stehende Art behandelt, so ist darauf unter dem Namen dieser in einem besonderen Zusatze verwiesen, wenigstens bei artenreichen Gattungen.

Betreffs der Standorte ist in den Uebersichten nur das Wesentlichste, und von Materialien sind hauptsächlich die bekannter, nummerirter Sammlungen angeführt. Dass ich die angeführten Materialien, wo nicht anderes direct hervorgehoben ist, selbst gesehen habe, bedarf kaum der Erwähnung. In wichtigeren Fällen gibt über die Autopsie derselben die Tabelle bestimmten Aufschluss (s. die Vorbemerkungen zu dieser). Erwähnenswerth ist noch, dass ich die den neucaledonischen Pflanzen von Pancher beigefügten Citate „Mus. Néocaled. no. . . .“ oder „Vieillard no. . . .“ nur zur Kennzeichnung der von Pancher selbst herrührenden Pflanzen angeführt habe. Die Citate selbst scheinen häufig auf mangelhafter Vergleichung zu beruhen. Für das Citat „Vieillard no. . . . .“ konnte ich das gelegentlich constatiren, in welchem Falle ich natürlich das Citat mit Stillschweigen überging. Etwaiges Bestimmen der Pflanzen blos nach den Nummern erscheint also, wie immer, so namentlich hier nicht rathsam. Besondere Vorsicht ist auch rücksichtlich der Nummern von Schomburgk am Platze, da es mir bei den unvollständigen Angaben in den verschiedenen Herbarien nicht möglich war, dieselben nach den Sammlungen von Robert und Richard Schomburgk auszuscheiden.

In der Namengebung bin ich den Regeln von De Candolle und dessen späteren Bemerkungen dazu (Bull. Soc. bot. de France, 1869, p. 64 etc.; Bull. Soc. bot. de Belgique, 1876, p. 477 etc.) gefolgt, und zwar aus schon früher angegebenem Grunde (s. d. Abh. über *Sapindus* etc. p. 367) auch da, wo ich (wie an der eben erwähnten Stelle dargelegt ist) abweichender und wesentlich derselben Meinung bin, wie sie in neuester Zeit von Bentham wiederum ausgesprochen worden ist (s. den Bericht darüber in Trimen Journ. Bot, 1879, p. 45). Für die neucaledonischen Arten habe ich die mehrfach und namentlich von Pancher den

Digitized by Google

Pflanzen beigesetzten Namen als nicht publicirt angesehen, einestheils weil sie in der That nicht wirklich publicirt zu sein scheinen, anderntheils weil sie nur zur Vermehrung der Synonymie Veranlassung gegeben hätten. Doch habe ich gelegentlich einen oder den anderen der betreffenden Artbeinamen adoptirt.

Von Vulgärnamen habe ich in der Regel nur die noch nicht publicirten angeführt.

Endlich mag noch der Angaben über das Vorkommen von Hypoderm und von durchsichtigen Punkten in den Blättern erläuternd gedacht sein.

Als Hypoderm habe ich jede zwischen die Epidermis und das Pallisadengewebe (Staurenchyma) an der oberen Blattseite eingeschaltete Zellschicht bezeichnet, welche in der Gestalt ihrer Zellen oder in der Beschaffenheit von deren Wandungen oder Inhalt (oder in mehreren dieser Stücke) von dem darüber oder darunter gelegenen Gewebe erhebliche Abweichung zeigt. Besteht diese Abweichung gegenüber dem eigentlichen, gewöhnlich mit gerbstoffartigem, durch das Trocknen dunkelbraun gewordenem Inhalte erfüllten Pallisadengewebe wesentlich nur in einer Verkürzung der Zellen, so kommen gelegentlich Uebergänge in normales Pallisadengewebe vor und das Hypoderm scheint dann bei ein und derselben Pflanze bald vorhanden zu sein, bald zu fehlen. Ich habe auf dieses Verhältniss in den wesentlicheren der betreffenden Fälle dadurch hingedeutet, dass ich die in Rede stehende Gewebschichte als Hypoderma spurium bezeichnete.

Das Vorkommen durchsichtiger Punkte oder Linien, welches hier überall auf der Anwesenheit besonderer Zellen mit harzartigem oder gummiharzartigem (an der lebenden Pflanze milchsaftartig erscheinendem) Inhalte

Digitized by Google

beruht[9]), ist auch dann hervorgehoben, wenn dieselben an ausgewachsenen, beträchtlich dick und für das Licht undurchgängig gewordenen Blättern nicht unmittelbar unter der Lupe zu sehen sind, falls nur ihr Vorhandensein überhaupt sich nachweisen liess. Zu einem solchen Nachweise genügt es meist, das überdeckende Gewebe an der unteren (seltener an der oberen) Blattseite durch Schneiden oder Schaben zu entfernen und so dem Lichte den Weg zu bahnen. In anderen Fällen ist die mikroskopische Untersuchung an Flächen- und Querschnitten zu Hilfe zu nehmen. Auch ein Durchsichtigmachen des Blattes durch chemische Einwirkungen führt zum Ziele.

1—3: Zusätze zur Gattung Arytera.

1. Uebersicht der Arten von

Arytera Bl.

Sectio I. Euarytera: Fructus insigniter coccato-lobatus, lobis 2—3 divaricatis (fere ut in Nepheliis), endocarpio sclerenchymatico tenuiore.

× Stylus germine longior, filiformis, plerumque spiraliter tortus, supra medium lineis stigmatosis 2—3 suturalibus notatus, apice interdum breviter 2—3-lobus; folia 2—3-juga (raro depauperata), foveolata, nervis lateralibus sat validis, parallelis, sat approximatis, subtus aequaliter prominentibus

+ Discus glaber; endocarpium totum tomentosum;

---

9) Von anderen Verhältnissen, welche das Auftreten durchsichtiger Punkte und Linien an den Blättern bedingen können, war einerseits schon in meiner Monographie von *Serjania* die Rede (p. 99), andererseits ist davon in dem Folgenden Zusatz 21, im Anschlusse an die Erörterungen über *Dysoxylum ptychocarpum*, und Zusatz 28, unter *Placodiscus leptostachys)* Erwähnung geschehen.

flores insignius pedicellati; arillus duas tertias seminis obtegens

1) A. brachyphylla Radlk.: Foliola (2—)4, breviter elliptica vel inferiora suborbicularia, breviter acuminata; fructus cocci obovoidei, pilis brevibus adpressis laxe adspersi. Novo-Guinea, ad flumen Fly-River: D'Albertis (ao. 1877; Hb. Florent.).

\+ + Discus glaber; endocarpium margine tomentosum; flores insignius pedicellati; arillus semen totum obtegens

* Rami fusco-tomentelli, cortice subfusco; folia plerumque 3-juga, fuscescentia; fructus cocci ellipsoidei

2) A. rufescens Radlk.: Foliola elliptica, membranaceo-coriacea, juniora siccitate livescentia; flores densius rufescenti-tomentosi. Ins. philippin.: Cuming n. 1761.

3) A. litoralis Bl.: Foliola ovato-, elliptico- vel lanceolato-oblonga, siccitate fuscescentia, subcoriacea. Moulmein: Wallich Cat. n. 8044,a (Sapindus adenophyll.); Tenasserim: Helfer n. 989; Malacca: Maingay n. 439; Griffith; ins. Nicobar.: Jelinek n. 129 (Exped. Novar. n. 178, Hb. Vindob.); Sumatra; Java: Horsfield; Zollinger n. 933 Z (Hb. Par.); Celebes: Riedel; Beccari it. sec. n. 1; ins. Buton et Buru: Labillardière.

4) A. angustifolia Radlk.: Foliola anguste lanceolata, margine undulata; fructus minores. Karimon-Java; Sumatra: Teysmann (Hb. Bogor. n. 610, partim; cf. Sap. Ind. bat. p. 92).

** Rami ochraceo-puberuli, cortice albicante; folia 2—3-juga, raro 1-juga, viridia; fructus cocci breviter ellipsoidei vel subglobosi

5) A. divaricata F. Müll.: Foliola ex ovali obovata, oblonga vel oblongo-lanceolata, nervis lateralibus patulis, dein prope marginem adscendentibus; fructus

Digitized by Google

juniores pulverulento-puberuli, maturi glabrati. Australia orientalis.

+ + + Discus tomentosus; endocarpium glabrum, epicarpium lanoso-tomentosum; flores subsessiles; rami, petioli nec non inflorescentiae ferrugineo-lanoso-tomentosi

6) A. foveolata F. Müll.: Foliola 4—6, integerrima vel subsinuata, subtus subglabra, foveolata. — Australia orientalis.

7) A. Leichhardtii Radlk.: Foliola circ. 6, subdentata, subtus ad nervos ferrugineo-tomentosa, minutim foveolata. — Australia orientalis.

× × Stylus brevissimus, stigmata 2, dorso carpellorum respondentia, intus stigmatosa, stylo longiora, circinatim recurvata; discus glaber; folia 1-juga

8) A. distylis Radlk.: Foliola lanceolata, subtus ad medium plerumque foveola 1 magna urceolata notata; nervi laterales valde inaequales, inferiores longiores rectiuscule adscendentes, intermedii arcuato-adscendentes, superiores patuli; endocarpium praesertim margine tomentosum. — Australia orientalis.

9) A. microphylla Radlk.: Foliola parva, ex ovali subelliptica, obtusa vel subemarginata, basi acuta, efoveolata, leptoneura; endocarpium totum tomentosum. — Australia orientalis.

× × × Stylus basi incrassatus, germen subaequans, trisulcatus, adpresse pubescens; stigma parvum, trilobum, lobis dorso carpellorum respondentibus; endocarpium totum tomentosum; arillus semen totum obtegens; folia 2-juga; foliola hypodermate instructa, leptoneura, efoveolata

10) A. chartacea Radlk.: Foliola chartacea, breviuscule petiolulata; discus crenulatus, totus adpresse puberulus. —

Novo-Caledonia: Pancher „Mus. Néocal. n. 610"; Balansa n. 147 (pr. Nouméa), n. 1442 (pr. Bourail).

11) A. pachyphylla Radlk.: Foliola crasse coriacea, longiuscule petiolulata; discus 5-lobus, lobis apice puberulis. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 690 (Fort de France); Deplanche n. 280, 447; Vieillard n. 247 (Port de France); Pancher „Mus. Néocal. n. 215"; id. n. 778 (coll. lignor. LXXIX, ins. Pinor.); Balansa n. 148 (pr. Nouméa).

Sectio II. Xylarytera: Fructus vix lobatus, trigono-pyriformis, endocarpio sclerenchymatico crassiore sublignoso (ut in Toechimate vel Synimate), toto tomentoso.

12) A. O'Shanesiana Radlk.: Foliola 4—10, obovata, glabriuscula, nervis lateralibus sat validis, aequalibus, subtus prominentibus; arillus semen totum obtegens. — Australia orientalis.

Sectio III. Azarytera: Fructus 2-locularis, obcordatus obovatusve, (junior certe) dense lepidotus (ut et reliquae partes, praesertim juniores), endocarpio sclerenchymatico sat crasso.

× Fructus obcordatus vel obcordato-bilobus, lobis saepius a dorso compressis (ut in generis „Alectryon" Sectione „Plagialectryon"), vix apiculatus, lepidibus albicantibus pilisque laxius adspersus, denique subglaber; folia 1—2-juga

13) A. arcuata Radlk.: Foliola rigide coriacea, hypodermate instructa, ovalia vel oblonga, in petiolulos attenuata, supra viridia, subtus subfusca, juniora utrinque albido-lepidota, adulta glabrata, margine undulata, subrevoluta, paucinervia, nervis (lateralibus) sat validis longius ante marginem arcuato-anastomosantibus. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 689; Pancher n. 149; id. 734 (coll. lignor. LXXVII); Balansa n. 150, 151 (pr. Nouméa), n. 2264, 2264a (ins. Lifu).

Digitized by Google

× × Fructus e truncato-obovato cuneatus, apiculatus, dense ferrugineo-lepidotus, junior pilosus; folia 3—5-juga.

14. A. lepidota Radlk.: Foliola 4—8, coriacea (hypodermate nullo), elliptico-oblonga vel lanceolata, obtusa vel subacuta, in petiolulos abruptius vel sensim attenuata, juniora utrinque, adulta subtus ferrugineo-lepidota, supra viridia, pachyneura, nervis (lateralibus) patulis, dein prope marginem adscendentibus. — Novo-Caledonia: Baudouin (Pancher?) n. 134 A (Hb. Franquev.); Vieillard n. 205 (Mont Dore), n. 206 (St. Vincent); Pancher „Mus. Néocal. n. 222"; Balansa n. 1445 (pr. Bourail), n. 2841 (pr. la Conception).

15) A. Brackenridgei Radlk.: Foliola 8, subcoriacea, hypodermate instructa, ovato-lanceolata, obtuse acuminata, in petiolulos oblique attenuata, juniora lepidota, adulta plus minus decalvata, supra livescentia, subtus subfusca, leptoneura. — Ins. vitienses (Wilkes Exped.).

16) (Hic inserenda?) A.? oligolepis Radlk.: Foliola 10, membranacea, ovato-lanceolata, in acumen longum sensim angustata, lepidibus paucis supra subtusque praesertim juxta nervum medianum adspersa, utrinque viridia. (Flores et fructus ignoti.) — Ins. navigator. Upolu (Wilkes Exped.).

2. Die unter n. 2, 3 und 4 des vorigen Zusatzes aufgeführten Arten von *Arytera* stehen einander sehr nahe. *Arytera rufescens* dürfte sich wohl einmal ganz mit *Arytera litoralis* vereinigen lassen; das gegenwärtig davon vorliegende Material erschien mir aber als zu mangelhaft, um dieser Anschauung, gegenüber der Auffassung desselben als einer eigenartigen Pflanze durch Turczaninow, bestimmteren Ausdruck zu geben. *Arytera angustifolia* mag, wenn die geringe Kluft zwischen ihr und den schmalstblättrigen

Exemplaren der *Arytera litoralis* durch leicht vermuthbare Zwischenformen überbrückt sein wird, als eine blose Form der bei ihrer weiten Verbreitung mancherlei Nuancirung zeigenden *A. litoralis* sich darstellen.

3. Für *Arytera Leichhardtii* gibt Bentham (unter der Bezeichnung *Euphoria Leichhardtii* in Fl. Austr. I, p. 467) ganzrandige Blättchen und schuppenlose Blumenblätter an: ferner eine mit Knötchen besetzte (junge) Frucht („young fruit deeply divided into 3 globular lobes, very tomentose and tuberculate, but not seen fully formed"), durch welche die Pflanze nach einer Bemerkung zum Gattungscharakter von *Euphoria* hauptsächlich von den australischen Nephelien (d. i. Arten von *Alectryon* und *Arytera)* unterschieden sein soll. Das erstere erscheint nicht von Belang; die Angaben rücksichtlich der Blumenblätter und der Frucht fand ich an den von mir untersuchten Materialien des Herbariums in Kew nicht bestätiget, so dass ich darin ein Hinderniss für die Verbringung der Pflanze zu *Arytera* nicht erblicken kann. Was weiter die von Bentham aufgestellte „Var. *hebepetala* "betrifft, so finde ich an der betreffenden von Ferd. v. Müller in Bruchstücken erhaltenen Pflanze keine nennenswerthe Eigenthümlichkeit und kann deshalb der Meinung v. Müller's (Fragm. IX, 1875, p. 99), dass die genannte Varietät vielleicht eine besondere Art darstelle, nicht beipflichten; ich erachte vielmehr auch ihre Unterscheidung als Varietät für unhaltbar.

4—19: Zusätze zur Gattung Cupania.

4. Uebersicht der Arten von

Cupania L.

Sectio I. Trigonis (Genus Trigonis Jacq.; Sectio Trigonis et Odontaria DC.; Sectio „Trigonocarpus DC.", sphal-

mate, Bl. Rumphia III, p. 158 in annot.): Capsula latisepta, subgloboso-, turbinato- vel pyriformi-trigona vel -triangularis.

× Capsula subgloboso-trigona (breviter stipitata, extus velutino-tomentosa, intus tomentosa; discus tomentosus; foliola serrato-dentata, subtus hirsuto-tomentosa nec non papillosa)

1) C. americana L. — Mexico? (t. Schlechtend. & Chamisso in Linnaea VI, 1831, p. 419, coll. Schiede & Deppe n. 1293; specimen non vidi): Cuba: Ramon n. 55, 336; de la Ossa (vulgo „Guara"); Poeppig; C Wright n. 108, 1166; Rugel n. 78 c; S. Domingo: Plumier, resp. Surian Hb. n. 934; Swartz; Poiteau; Schomburgk n. 110; Martinica: Belanger n. 312, 1008; S. Lucia: Anderson (C. saponarioides Sw. quoad flor. et fruct.); Trinidad: Ryan; Lockhead; Venezuela: Fendler n. 164; Karsten; Novo-Granata?: Triana (t. Tr. & Planch. in Ann. Sc. nat. XVIII, 1862, p. 373; specimen non vidi).

× × Capsula turbinato-triangularis (longius breviusve stipitata)

+ Capsula extus et intus tomentosa; discus tomentosus

* Foliola subtus papillosa (serrato-dentata)

2) C. papillosa Radlk.: Rami tomentosi; foliola 6—10, oblonga, basi angustata, subtus in nervis venisque pilis setulosis hirsuto-tomentosa, inter venas papillosa; fructus junior dense, maturus laxius et subfloccose tomentosus, sarcocarpio densius radiatim sclerenchymatico. — Novo-Granata: Triana („C. glabra?", non Sw., Tr. & Pl., 1862); Karsten; Holton 818.

* * Foliola epapillosa

○ Foliola serrato-dentata

§ Foliola subtus pilis brevibus asperula glandulisque minutis adspersa

3) C. latifolia Kunth: Foliola late obovato-oblonga, basi subcuneata, aequaliter serrata; rudimentum pistilli dense villoso-tomentosum. (Fructus ignotus.) — Novo-Granata: Humb. & Bonpl. n. 1590 (m. Majo 1801); Peruvia: Ruiz & Pav. („Lengua de Vaca"; Hb. Webb, Boiss.).

§ § Foliola subtus tomento denso (pilis creberrimis nervis venisque insidentibus parenchyma obtegentibus effecto) induta, eglandulosa

4) C. cinerea Poepp.: Foliola discoloria, supra fuscescentia, subtus cinereo-tomentosa; testa seminis denique in valvas duas laterales fissa, embryonem emittens, ipsa in fructu aperto remanens (Spruce). — Peruvia: Poeppig n. 3096, D. 2338; Spruce n. 4412; Novo-Granata: Humb. & Bonpl. n. 1801 (C. tomentosa, non Sw., Kunth); Panama: Duchassaing (C. alba Griseb.).

5) C. castaneaefolia Mart. (excl. syn. „Trigonocarpus racemosus Vell.?"): Foliola concoloria, utrinque (siccitate) fuscidula. (Fructus ignotus.) — Bras. prov. Mato Grosso: Manso (= Mart. Hb. Fl. bras. n. 489); Riedel 674.

○ ○ Foliola subintegerrima vel repando-dentata, margine subrevoluta

6) C. triquetra A. Rich.: Foliola ex obovato cuneata, subtus tomentella; capsula acute triangularis, breviter tomentosa. — S. Domingo: Poiteau; Porto-Rico: Riedle; S. Jean: L. Cl. Richard; S. Thomas: Oersted; Guadalupa: Bertero (C. tomentosa, non Sw., DC. Prodr. part.); Forsström (C. tomentosa, non Sw., Wickström Flor. Guadal. in Vetensk. Akad. Handl. 1828); Duchassaing (C. americana, non L., Griseb. Veg. Caraib. 1857); Martinica: Hahn n. 638.

+ + Capsula extus pilosa, intus glabra; discus pilosulus, fructifer subglaber

7) C. spectabilis Radlk.: Rami hirsuti, ferruginei; foliola 10—12, lanceolata, acuta, subcoriacea, aequaliter serrata, multinervia, 8—12 cm longa, 2,5—3,5 cm lata; fructus valvulae praesertim margine tenuiores, subchartaceae. — Mexico: Liebmann n. 16,17.

+ + + Capsula extus et intus glabra; discus puberulus, fructifer glabrescens

* Foliola subtus non foveolata

8) C. glabra Sw. Frutex, arbor mediocris vel excelsa (Wullschlaegel, C. excelsa Kunth); foliola nunc utrinque glabra, nunc subtus plus minus pubescentia (C excelsa Kunth, Stadmannia Frazeri Lind.), nunc obovato-oblonga, majora et pauciora, nunc anguste oblonga, minora et plura (C. multijuga A. Rich.); capsula plerumque 3-locularis, interdum 2-locularis vel 4-locularis, spadicea. — Mexico: Humboldt (C. excelsa Kunth); Linden (Stadmannia Frazeri Lind.); Cuba: Poeppig; Ramon n. 122, 343; C. Wright n. 105, 1165, 1586, 2166; Rugel n. 78, 78a; Jamaica: Dr. Wright („Guara“, ex Hb. Banks comm. c. Hb. Deless.); Macfadyen (Hb. Hook.); Wullschlaegel n. 793.

* * Foliola subtus foveolata

9) C. dentata Moc. & Sess. ed. DC.: Capsula 3-, rarius 4-locularis, nigro-fusca. — Mexico: Moc. & Sesse? Née? (Hb. Pavon); Schiede & Deppe n. 210, 1294 (C. scrobiculata, non „Kunth“ nec alior., Schlecht. & Chamisso in Linnaea VI, 1831, p. 419, excl. cit. C. glabra Willd. Hb. n. 7255); Lay & Collie („C. scrobic. Kunth, Schlecht.“ Hook. & Arn. Beech. Voy., 1841); Liebmann n.15; Nicaragua: C. Wright (Ringgold & Roger's Exped.).

× × × Capsula pyriformi- vel subclavato-trigona, junior varie tecta, matura plerumque glabrata, intus tomentoso-pilosa (nec non glandulosa in C. oblongifolia); discus glaber

Digitized by Google

10) C. zanthoxyloides Camb.: Foliola ovalia, basi angustata, repando-dentata, subtus undique pilis setulosis crispatis glandulisque crebris obsita, fusco-tomentosa; capsula subclavata, denique glabrata, nigro-fusca. — Bras. prov. S. Paulo: St Hil.; Burchell n. 4681—24, 4771—2, 4094, 4567 part. (cfr. C. emargin.); prov. Min. Ger.: Lindberg n. 244; Regnell II. 38; id. II, 43 a, b, c, d.

11) C. vernalis Camb.: Foliola oblonga, serrato-dentata, subtus pubescentia glandulisque obsita vel subglabra; capsula obovoideo- vel pyriformi-trigona, breviter tomentosa vel glabra, sarcocarpio siccitate tuberculato-rugoso.

Forma 1. genuina: Foliola tenuiora, pubescentia vel glabrata, levius obtuse dentata. — Paragay: Balansa n. 2473; Urugay: St. Hil. (Banda oriental del Urugay, vulgo „Cambuata"; cfr. C. racemosa); Bras. prov. Rio Grande do Sul: Fox; Tweedie (huc? C. uraguensis W. Hook. & Arn.; specimen deest in Hb. Hook.); prov. S. Paulo: Martius („Guavatan" incol.); St Hil.; Riedel n. 1980; Mosén n. 3826; Severin n. 116 (Hb. Holm.); prov. Min. Ger.: Claussen n. 518, 663; Regnell III, 1753; loco accuratius non indic.: Pohl n. 226, 760; Helmreichen n. 102; Sello n. 3753.

Forma 2. clethrodes (Cupania c. Mart.): Foliola rigidiora, subglabra, profundius dentata; pericarpium crassius. — Paragay: Balansa n. 2472; Bras. prov. Min. Ger.: Martius; Regnell III, 357; III, 357 a, b; III, 357ˣ; Warming („vulgo Camboata s. Cambotá con folhas grandes"); loco non indic.: Sello d, 1132. Huc Stadmannia sorbifolia Linden (e Bras. prov. S. Catharina?).

12) C. oblongifolia Mart.: Foliola obovata, basi cuneata, apice paucidentata vel subintegerrima, margine subrevoluta, glabra nec nisi pilis minutis glandulisque subtus

Digitized by Google

adspersa; capsula pyriformi-trigona, glabra, endocarpio glanduligero.

Forma 1. genuina: Foliola chartacea, apice denticulata, subtus in axillis nervorum conspicue foveolata; bracteaes ubulatae; flores minores. — Bras. prov. Rio de Jan.: Martius; Ackermann (Hb. Mart.); Schüch n. 928; Pohl n. 169; Lhotsky n. 14; Guillemin n. 995; Riedel n. 517; Raddi; Glaziou n. 2518; prov. Mato-Grosso pr. Cujaba: Manso (= Mart. Hb. Fl. bras. n. 247; an locus recte indicatus?); loco non indic.: Sello n. 752.

Forma 2. anacardiaefolia (Cupania a. Gardn.): Foliola coriacea, subintegerrima, obscurius foveolata; bracteae oblongae; flores majores. — Bras. prov. Rio de Jan.: Gardner n. 342; Glaziou n. 7564; prov. S. Paulo: Burchell n. 4796; Mosén n. 3679.

Sectio II. Trilobis: Capsula septis angustioribus triquetro-trilobata, lobis obtusiusculis, nunc medio nunc superne latioribus, extus et intus tomentosa vel pilosa, in una specie (C. guatemalensi) intus glandulis tantum ornata.

× Capsula vix vel ne vix stipitata, lobis semiorbicularibus, tumidis vel compressiusculis

\+ Capsula extus et intus tomentosa; discus tomentosus

13) C. sylvatica Seem.: Foliola elliptico-oblonga, utrinque acuta vel apice breviter acuminata, inferiora minora, ovata, brevius acuminata, membranacea, subtus scabra, eglandulosa, lineolis pellucidis multiramosis notata. — Panama: Seemann n. 642; Sutton Hayes n. 115.

\+ + Capsula extus varie tecta, intus pilosiuscula vel glandulis tantum obsita (in C. guatemalensi); discus glaber

* Capsula sublignosa

14) C. fulvida Tr. & Pl.: Foliola obovato-oblonga, nervis excurrentibus (apice fasciculo pilorum ornatis) denticu-

Digitized by Google

lata, membranaceo-coriacea, subtus subhirsuta, sat dense glandulosa. (Fructus ignotus.) — Panama: Sutton Hayes n. 607.

15) C. rufescens Tr. & Pl. — Foliola oblonga vel (in specimine Karsteniano) obovato-oblonga, subhirsuta, rigide papyraceo-coriacea, subtus sat hirsuta, subeglandulosa; fructus dense piloso-tomentosus, late triquetro-turbinatus, in stipitem brevem abrupte contractus, valvis late orbiculatis intus pilosulis. — Novo-Granata, prov. Bogotá: Goudot; Karsten (ad Gaduas; Hb. Vindob.).

* * Capsula chartacea, intus glandulosa

16) C. guatemalensis Radlk.: Foliola 6—10, oblongo-lanceolata, subdentata, subtus (fructusque) dense molliter pubescentia, eglandulosa. — Guatemala: Kegel n. 12771 (Paullinia g. Turcz.); Friedrichsthal n. 1189; Nicaragua & Costa-Rica: Oersted; Panama: Mor. Wagner (Hb. Monac.).

* * * Capsula submembranacea

17) C. tenuivalvis Radlk.: Foliola 10—20, minora, plerumque 4—6, rarius 8 cm longa, oblongo-lanceolata, supra medium subargute serrato-dentata, subtus pube laxa adspersa, eglandulosa, obscurius pellucide punctata; fructus lobi obtusi, extus pube laxa, intus pilis brevibus singulis adspersi. — Bras. prov. Min. Ger.: Martius; Warming (Lagoa Santa); loco non indicato: Sello n. 1821; Schott. n. 719.

× × Capsula turbinata, in stipitem brevem attenuata, extus et intus tomentosa

+ Discus tomentosus

18) C. diphylla Vahl: Foliola plerumque 2, rarius 4, subelliptica, ovalia vel obovata, interdum perlata, apice obtuse subacuminata, rotundata vel emarginata, subtus subfusca et plus minus breviter hirtello-pubescentia; fructus fusco-tomentosus. — India occidentalis: von Rohr;

Digitized by Google

Guiana gallica: Gabriel; L. Cl. Richard; Patris; Leprieur n. 326, 336; Bras. prov. Pará: Burchell n. 9426, 9721—2, 9978; Martius; Riedel n. 1557; Newmann; Spruce n. 293 (Santarem); prov. Maranhão: Don n. 30.

+ + Discus glaber

* Foliola obtusata vel breviter et obtuse acuminata

○ Foliola subtus tomentosa

19) C. paniculata Camb.: Foliola 6—10, ovalia vel oblonga, repando-dentata, coriacea, subtus pilis setulosis hirsuto-tomentosa, eglandulosa, supra laevia; bracteae subulatae; fructus dense tomentosus. — Bras. prov. Min. Ger.: Claussen n. 512, 644, sine no. (Sapindus rufescens Turcz.); Pohl n. 227 etc.

20) C. rugosa Radlk.: Rami 1 cm crassi, profunde sulcati, tomentosi; foliola 5—9, late oblonga vel superiora obovata, margine subrepanda, revoluta, coriacea, subtus pilis setulosis aliisque tenuioribus complanatis villoso-tomentosa, glandulis adspersa, bullato-rugosa, circ. 13 cm longa, 6 cm lata; bracteae majores, oblongae, 3—5 mm longae, 1,5—2,5 mm latae, tomentosae; flores paniculati, pedicellati, majores; fructus (junior tantum visus) hirsuto-tomentosus. (Vix mera Cup. paniculatae forma.) — Bras. prov. Bahia: Blanchet n. 38, 2353. (Huc et St. Hil. C, 458, Min. Ger.?)

○ ○ Foliola subtus pilis brevibus glandulisque adspersa, puberula vel glabrata

21) C. bracteosa Radlk.: Rami circ. 8 mm crassi, profunde sulcati, breviter tomentosi; foliola 2—8, obovata, magna, 16—20 cm longa, 6—9 cm lata, inferiora minora, late ovalia, breviter petiolulata, integerrima, subcoriacea, saepius bullata, subtus puberula; bracteae magnae, 4—6 mm longae, 2—3 mm latae, sericeo-tomentosae; flores inter majores, calyce sericeo-tomentoso; germen trilobum, dense tomentosum. (Fructus ignotus.) —

Digitized by Google

Bras. prov. Bahia: Luschnath (Ilheos; Hb. Mart.); Princ., Neu-Wied (Porto-Seguro; Hb. Mart.); Riedel „S" (Hb. Petrop.).

22) C. rigida Radlk.: Rami 4—6 mm crassi; foliola 6—11, ovalia vel oblonga, repando-dentata, rigide chartaceo-coriacea, longiuscule petiolulata, 8—14 cm longa, 4—6 cm lata, nervis validis subtus acute prominentibus patulis instructa, glabrata; bracteae oblongae, sat magnae, 3—4 mm longae; flores inter majores, in paniculam amplam congesti, calyce sericeo-tomentoso; germen 3-sulcatum, adpresse tomentosum. (Fructus ignotus.) — Bras. prov. Bahia: Blanchet n. 201, 1570, 3591 (Jacobine, Moritiba).

* * Foliola acutissima

23) C. hispida Radlk.: Rami circ. 8 mm crassi, sulcati, densissime hirsuto-tomentosi; folia elongata, longe petiolata, petiolo rhachi adjecta 3—4 dm longo, hirsuto-tomentoso; foliola 8—14, lanceolata vel subovato-lanceolata, superiora 16—28 cm longa, 3,5—6 cm lata, basi acuta sessilia, apice acutissima, repando-serrata, serraturis apice fasciculo pilorum ornatis, supra subhirsuta, subtus dense hispido-pilosa nec non glandulosa, chartaceo-coriacea; paniculae ramosae, foliis multo breviores; flores mediocres, dense tomentosi; fructus inter minores, 1 cm longi, totidem lati, turbinato-trilobi, in stipitem brevem attenuati, extus hispido-tomentosi, intus subtomentoso-pilosi, pericarpio ad marginem valvularum tenuiore; semina obovoidea, usque ad tertiam partem arillo obducta. (Habitu ad C. fulvidam accedit.) — Bras. prov. Alto-Amazonas: Spruce n. 1455 (Barra; flor.); loco non indic.: Riedel „XX" (fruct.).

× × × Capsula subtricornis, extus et intus tomentosa vel hirsuta; discus glaber

+ Foliola glabriuscula, subtus plerumque insigniter foveolata

24) C. scrobiculata L. Cl. Rich.: Rami (petiolique) pulverulento-puberuli, mox glabrati, sulcati, sulcis seriebus lenticellorum notatis; foliola plerumque 6—8, ovalia vel elliptico-oblonga oblongave, obtusiuscula, subacuta vel acuminata, superiora interdum subobovata, integerrima vel superne repando-dentata, glabriuscula, venosa, foveolata; fructus plus minus tricornis, velutino-tomentosus, intus dense lanoso-tomentosus, epicarpio plerumque siccitate transversim rugoso (interdum 4-locularis).

Forma 1. reticulata: Foliola ovalia vel oblonga, subintegerrima, obtusiuscula vel breviter obtuse acuminata. — Guiana gallica, batava et anglica: Leblond n. 63 (Hb. Deless.); Gabriel; L. Cl. Richard; Martin (Cup. reticulata Camb.); Leprieur n. 324; Sagot n. 82; Splitgerber n. 714 (Cup. retic. Splitg.); Wullschlaegel; Hostmann n. 1310 (Cup. porosa Miq.); Parker n. 194; Schomburgk n. 163, 196; Novo-Granata: Triana (Cup. triloba Tr. & Pl.).

Forma 2. guianensis: Foliola superne insignius repando-dentata, superiora subobovata. — Guiana batava: Hostmann n. 295 (Cup. g. Miq.; Ratonia sp. Turcz.).

Forma 3. frondosa: Foliola angustiora, sublanceolata, margine undulata et subserrata, acutiuscula vel longius et acutius acuminata. — Guiana gallica et batava: Poiteau; Kappler n. 1377; Bras. prov. Pará: Spruce (Cup. f. Benth.); id. n. 345, 485, 509, 734.

+ + Foliola subtus (nec non rami petiolique) hirsuta, efoveolata

25) C. hirsuta Radlk.: Rami 4—6 mm crassi, sulcati, petiolique dense hirsuto-tomentosi, tomento sordide subfusco; foliola 8—12, elliptico-oblonga, utrinque subacuta, vel superiora subobovata, inferiora ovalia, subsessilia, membranaceo-chartacea, subtus sordide hirsuta

Digitized by Google

glandulisque adspersa, fuscescentia, integerrima vel apice repando-dentata, 8—14 cm longa, 4—5,5 cm lata; paniculae foliis breviores; flores minores, tomentosi; fructus e turbinato-trilobo subtricornis, extus et intus hirsutus. — Guiana anglica: Schomburgk n. 62, 877, 1393.

26) C. lanuginosa Sagot in sched.: Rami circ. 5 mm crassi petiolique dense hirsuto-tomentosi, tomento rufescenti; foliola 8—10, late oblonga, utrinque subacuta, breviter petiolulata, repando-serrata, membranaceo-chartacea, subtus rufescenti-hirsuta, eglandulosa, (sicca) pallide subfusca, plerumque 9—15 cm longa, 4,5—6 cm lata; paniculae breves; flores minores, hirtelli. (Fructus ignotus.) — Guiana gallica: Sagot n. 1214 (Karouany).

Sectio III. Tricoccocarpus: Capsula apice valde depresso tricoccato-triloba, lobis subglobosis vel obovoideis.

× Capsula usque ad medium tricoccato-triloba, coccis subglobosis, extus et intus tomentosa; discus glaber vel parce pilosus

27) C. rubiginosa Radlk.: Foliola subtus sat dense sufferugineo-tomentosa. (Insignis stomatibus majoribus orbicularibus.) — Indiae occid. ins. Monserat: Ryan (Hb. Hafn.); Guadalupa: Forsström (t. Wickström; specim. non vidi); Trinidad (t. Poiret; specim. vidi); Guiana anglica: Schomburgk n. 616, 730, 1105; Bras. prov. Pará: Martius; Spruce n. 1858, 1879.

× × Capsula ultra medium tricoccato-triloba, coccis obovoideis, extus et intus glabra; discus puberulus

28) C. macrophylla A. Rich.: Foliola glabriuscula. (Folia interdum producit simplicia.) — Mexico: Née? (Hb. Pavon, nunc Boiss.; specimen foliis simplicibus nec nisi obscure foveolatis); Thibaut (Hb. Par.); Liebmann n. 62; Wawra n. 21, 796; Cuba: Ramon n. 252, 417; de la Ossa: Humboldt (Hb. Willd. n. 7256); Poep.; C. Wright n. 2165; Rugel n. 260, 369; Otto n. 177.

Digitized by Google

Sectio IV. Trigonocarpus (Genus Trigonocarpus et Digonocarpus Vell., 1825): Capsula septis angustis trialato-triloba vel in una specie (C. emarginata) plerumque biloba, lobis (praesertim junioribus vel inanibus) a lateribus compressis alas mentientibus; discus glaber.

× Capsula (trilocularis) intus plus minus pilosa et dense glandulosa

+ Foliola inciso-serrata, subtus furfuracea

29) C. furfuracea Radlk.: Rami profunde sulcati, juniores gemmaeque tomento lanoso nigro-fusco induti; foliola 11—13, anguste oblonga, subinciso-serrata, rigide coriacea, margine subrevoluta, supra glabra, subtus pilis teneris articulatis complanatis denique deciduis floccoso-furfuracea, stomatibus inter epidermidis cellulas pachydermicas convexas immersis; flores mediocres, dense lanoso-tomentosi; rudimentum germinis triquetrum, dense lanoso-tomentosum. (Fructus ignotus.) — Bras. prov. Rio de Jan.: Glaziou n. 2517. — (Habitu quodammodo similis C. vernali, sed germinis rudimentum sectionem IV. potius quam I. indicare videtur.)

+ + Foliola serrato-dentata vel subintegerrima

* Foliola oblonga, subtus pubescentia; fructus latior quam altus

30) C. platycarpa Radlk.: Rami sulcati petiolique tomento brevi cano induti; foliola 6—8, oblonga, utrinque subacuta, supra medium remotiuscule serrato-denticulata, subcoriacea, supra in nervis subtus undique sat dense pubescentia, vix obscure foveolata, circ. 9 cm longa, 3 cm lata; fructus 2 cm longus, 3—3,5 cm latus, trialato-lobatus, in stipitem brevem abrupte contractus, extus tomentellus, intus villosus nec non glandulosus. — Bras. prov. Rio de Jan.: Netto.

* * Foliola ex oblongo lanceolata, subovalia vel ob-

ovata, glabriuscula; fructus altitudine latitudinem suam aequans vel superans

31) C. racemosa Radlk. (Trigonocarpus r. Vell.): Foliola quoad formam et magnitudinem valde variabilia, supra glabra, subtus pilis parvis laxe adspersa, obscurius insigniusve foveolata; fructus 2,5—3 cm longus, totidem latus, in stipitem longiorem attenuatus, extus tomentellus vel glabratus, intus pilis glandulisque dense obsitus.

Forma 1. genuina: Foliola plerumque majora, usque ad 13 cm longa, 5 cm lata, insignius serrato-dentata. — Bras. prov. Rio de Jan.: Glaziou 4207, 5777 (vulgo „Camboatá", cfr. C. vernalis); Netto; Pohl? (Hb. Vind.).

Form 2. subsinuata: Foliola plerumque minora, interdum 4 cm tantum longa, 1,5 cm lata, apice tantum vel vix apice dentata, vel subsinuata subintegerrimave. — Bras. prov. Rio de Jan.: Schott n. 718; Riedel n. 1072, 1287; Raddi; Gomez; Warming; Glaziou n. 127, 5776 (vulgo „Camboatá"); prov. Min. Ger.: Widgren n. 1180; prov. Bahia: Riedel n. 107 (Ilheos), R, D 798; Blanchet n. 59.

× × Capsula (bilocularis, raro trilocularis) intus et extus glabra

32) C. emarginata Camb., 1825 (Digonocarpus inflatus Vell., 1825). — Bras. prov. S. Paulo, Rio de Jan., Min. Ger., Goyaz et Bahia: Burchell 2885, 4567 part. (cfr. C. zanthoxyloides), 4599—2; Pohl n. 1859, 679; Sello n. 2216, 1024; Princ. Neu-Wied n. 51; Raben n. 956; Riedel (vulgo „Cageiro do mato"); Vauthier n. 19, 118; Claussen n. 40, 41; Casaretto n. 1280; Gardner n. 5404; Weddell n. 106, 524; Glaziou n. 2516 c, 7547, etc.

Digitized by Google

5. Die meisten Arten von *Cupania* besitzen an der Unterseite der Blättchen, es mögen dieselben zugleich behaart sein oder nicht, kurz gestielte kleine Drüsen, welche bei sorgfältiger Beobachtung gewöhnlich schon unter der Lupe wahrgenommen werden können. Sie pflegen reichlicher an den Nerven und Venen als zwischen diesen aufzutreten. Verhältnissmässig wenigen Arten fehlen sie ganz oder fast ganz. Nur diese Ausnahmsfälle sind in der vorhergehenden Charakteristik speciell hervorgehoben (s. *C. cinerea, castaneifolia, sylvatica, rufescens, guatemalensis, tenuivalvis, paniculata, lanuginosa*). Ausgezeichnet sind diese Drüsen durch die Derbwandigkeit der Zellen ihres Köpfchens bei *C. fulvida*.

Aehnliche, aber derbere Drüsen, finden sich bei einigen Arten auf der Innenseite der Fruchtwandung (s. *C. oblongifolia, guatemalensis, platycarpa, racemosa*).

Wie die Drüsen, so sitzen auch die Haare der Blättchen vorzugsweise auf den Venen. Bei *C. cinerea* und *castaneaefolia* sind sie derart von dem Venennetze über die Maschenräume zwischen diesem hereingebogen, dass letztere dicht behaart, die Venen aber kahl zu sein scheinen, während das Umgekehrte der Fall ist.

Ausgezeichnet durch ihre Behaarung sind weiter noch *C. zanthoxyloides* und *C. furfuracea* (s. d. Uebers. n. 10 und 29).

Ausgezeichnet durch die Beschaffenheit der Spaltöffnungen ist *C. rubiginosa* und *C. furfuracea* (s. d. Uebers. n 27 und 29).

Ausgezeichnet durch die papillöse Beschaffenheit der Blattunterseite (ähnlich der gewisser *Guioa*-Arten, sowie der zu *Storthocalyx* und *Gongrodiscus* vereinigten Cupanieen — s. ob. p. 482) ist die am leichtesten hiedurch von der so oft, besonders im sterilen Zustande, mit ihr verwechselten *C. triquetra* zu unterscheidende *C. americana* und die ihr sehr nahe stehende *C. papillosa*, welche, wie durch die

Gestalt der Frucht, so besonders durch die anatomische Beschaffenheit des Pericarpes davon deutlich verschieden ist (s. d. Uebers. n. 1 und 2).

Mehrere Arten besitzen auf der Unterseite der Blättchen Grübchen (foveolae) in den Achseln der Seitennerven, welche aber nicht immer gleich deutlich ausgebildet sind. Deutlich sind dieselben in der Regel bei *C. dentata*, für welche dadurch die Verwechselung mit *Matayba scrobiculata* veranlasst wurde (s. d. Tab. n. 235), bei *C. scrobiculata* und *C. macrophylla*; nur theilweise bei *C. oblongifolia* und *C. racemosa*. Bei den übrigen Arten, bei denen sie sich noch finden, sind sie meist undeutlich und unbeständig, so dass ihnen ein diagnostischer Werth nicht eigentlich beigemessen werden kann.

Als Abweichungen von der normalen Blattbildung sind mir vorgekommen: Bildung eines echten Endblättchens bei einem cultivirten Exemplare von *C. glabra (Stadmannia Frazeri* Lind.) und Auftreten einfacher Blätter bei *C. macrophylla* (s. d. Uebers. n. 28).

6. Eine nähere geschichtlich-kritische Betrachtung verdient wegen der zahlreichen Missdeutungen, die sie erfahren hat, vor allem *C. americana*.

Cupania americana wurde von Linné in der ersten Ausgabe der Species Plant. (1753), und zwar in der Pentandria Monogynia nach den Angaben in Plumier Gen. (1703, p. 45) aufgestellt und später nach Plum. Ic. ed. J. Burm. tab. 110 (1757) von ihm und Anderen weiter interpretirt. In den beiden letztgenannten Werken ist das, was in Plumier's Manuscript und eigenhändiger Zeichnung über die Pflanze festgestellt ist, nur sehr unvollständig und theilweise entstellt zur Mittheilung gelangt. So geschieht der Behaarung der Blätter („folia . . . nervo costulisque satis frequentibus parallelis et obliquis ac villosis praedita" Plum. Mss.), des Vaterlandes „S. Domingo" und

des Vulgärnamens „Châtaignier" keine Erwähnung und die Fruchtfächer werden im Widerspruche mit Plumier's Handzeichnung als 2-samig dargestellt. Dazu kommen einige Ungenauigkeiten von Seite Plumier's selbst, welcher am Kelche der Pflanze nur die 3 äusseren Kelchblätter hervorhebt und die Zahl der Staubgefässe nur auf 5—6 angibt. So kam es dass Swartz (in Fl. Ind. occ., 1800) die Pflanze Plumier's, resp. die daraus hervorgegangene *Cupania americana* L., eher in der von ihm auf Jamaica gesammelten *C. glabra*, als in der von ihm auf S. Domingo unter dem Vulgärnamen „Châtaignier" kennen gelernten Pflanze, welche er in seinem Prodr. (1788) *Cupania tomentosa* genannt und ohne Zweifel richtig mit der in Originalien wohl nicht mehr vorhandenen *Trigonis tomentosa* Jacq. (1763) identificirt hatte, wieder erkennen zu sollen glaubte. Seine Annahme wurde massgebend für eine Reihe folgender Autoren, wie Willdenow (1799), Smith (in Rees Cyclop. X, 1804?), Poiret (1811), und erst De Candolle gab bei Aufführung der *C. tomentosa* Sw. im Prodr. (1824) der Frage Raum, ob nicht vielmehr zu ihr die Pflanze Plumier's, d. i. *C. americana* L., zu rechnen sei. Diese Frage beantwortet, so zu sagen, A. Richard (1845), indem er bei Beschreibung der *C. tomentosa* Sw. nach Exemplaren von Ramon aus Cuba die Bezeichnungen Plumier's und Linné's („Cupania castaneae folio etc.", „Cupania americana") schlechthin als dahin gehörige Synonyme anführt.[10]) Ob er etwa durch eine Vergleichung der ihm wohl zugänglich gewesenen handschriftlichen Mittheilungen Plumier's oder wodurch

10) A. Richard hat in dieser Beschreibung sehr deutlich bereits die lomatorrhize Beschaffenheit des Embryo hervorgehoben („radicula brevissima in cotyledonum commissura arcte aplicata" l. c. p. 289). Ebenso für seine *C. macrophylla* in der Beschreibung seiner damit zusammenfallenden *C. juglandifolia* („radicule très courte appliquée contre la commissure des cotylédons" l. c. p. 291).

er sonst dazu sich veranlasst sah, darüber gibt er keine Andeutung. Alsbald sehen wir nun auch den von Linné gegebenen Namen in sein Altersvorrecht vor dem von Swartz eintreten, zuerst bei Grisebach (Veg. d. Caraib., 1857), welcher unter *C. americana* L. als Synonym *C. tomentosa* Sw. anführt, wobei es hier als Nebensache erscheint, dass die von Duchassaing auf Guadeloupe gesammelte Pflanze, welche er dabei im Auge hat, zu einer ganz anderen und zwar leicht (s. d. Uebersicht und Zus. 5) zu unterscheidenden Art, zu *C. triquetra* A. Rich. nämlich (s. diese), gehört, ebenso wie 1828 von Wickström und 1824 von De Candolle als *C. tomentosa* Sw. bezeichnete Materialien Forsström's und Bertero's aus der gleichen Insel. Erst im Jahre 1862 wurde endlich durch Triana und Planchon unter ausdrücklichem Zurückgreifen auf die Manuscripte Plumier's für die Identificirung von *C. tomentosa* Sw. mit *C. americana* L. die wünschenswerthe Sicherheit gewonnen und mit Recht zugleich die Hiehergehörigkeit einer von Humboldt im Magdalena-Thale gesammelten und von Kunth als *C. tomentosa* Sw. bestimmten Pflanze in Frage gestellt. Dieselbe gehört zu *C. cinerea* Poepp. (s. diese), welche Art somit als dritte den schon genannten mit *C. americana* verwechselten Arten (*C. glabra*, *C. triquetra*) sich anreiht. Von der Beziehung der *C. latifolia* durch Sprengel und der *Molinaea cupanioides* durch Steudel auf *C. tomentosa* Sw. (s. d. Tabelle) mag hier abgesehen werden. Ebenso von der theilweise hieher gehörigen, schon in meiner Abhandlung über *Sapindus* (p. 403, 404) bereinigten *Cupania saponarioides* Sw.

Ich kann das Urtheil Triana und Planchon's über die Identität von *C. tomentosa* Sw. mit *C. americana* L. auf Grund eigener Einsichtnahme von dem Manuscripte Plumier's sowie auf Grund autoptischer Vergleichung der als Belegstücke zu Plumier's Mittheilungen anzusehenden Materialien in

Digitized by Google

dem Herbare von dessen Begleiter Surian (n. 934=Hb. Jussieu n. 11393 part.) mit Originalien von Swartz im Mus. Brit. und aus dem Hb. Holm. vollkommen bestätigen. Was dagegen die von Triana selbst im Magdalena-Thale gesammelte und als *C. americana* bestimmte Pflanze betrifft, so war mir die Autopsie derselben versagt. Unbekannt blieb mir ferner die von Schlechtendal und Chamisso hieher gerechnete, übrigens allerdings mit einer sicher zu *C. americana* gehörigen Pflanze aus S. Domingo im Hb. Willd., n. 7254, in Beziehung gesetzte Pflanze aus Mexico „Schiede & Deppe n. 1293". Da mir die Pflanze in Materialien aus Neu-Granada und Mexico überhaupt nirgends zu Gesicht gekommen ist, so habe ich mich veranlasst gesehen, den betreffenden Vaterlandsangaben in der vorausgehenden Uebersicht ein Fragezeichen beizusetzen.

Bemerkungen über die Charakteristik der Pflanze sieh in Zusatz 5, über einen Vulgärnamen derselben in Zusatz 10, über ihre Verbreitung in Zusatz 18.

7. Bemerkungen über *C. papillosa* s. in Zusatz 5 und 10.

8. Von der eigenthümlichen Behaarung der *C. cinerea* und der ihr sehr nahe stehenden, je nach der Beschaffenheit der noch nicht bekannten Frucht vielleicht damit zu vereinigenden *C. castaneaefolia* war schon in Zus. 5 die Rede. Die hieher gehörige (bereits in Zus. 6 erwähnte) Pflanze von Humboldt und Bonpland, findet sich, wie hier hervorgehoben sein mag, nicht blos im Hb. Berol. sondern auch im Hb. generale zu Paris und zwar in einem ebenfalls mit der in der Uebersicht angegebenen Nummer 1801 bezeichneten, von Bonpland mitgetheilten Exemplare. Es war von Triana und Planchon, welche die Pflanze als im Pariser Herbare fehlend bezeichnen, nicht erkannt

Digitized by Google

worden, da Kunth die betreffende Nummer nicht erwähnt hat.

9. Für *C. triquetra*, welche von De Candolle, Wickström und Grisebach mit *C. americana* verwechselt worden ist (s. Zus. 6 u. d. Uebers.), hat schon Jussieu in seinem Herbare (n. 11394) bei den ältesten von dieser Pflanze mir bekannt gewordenen Materialien von Riedlé (1797—98?) aus Porto-Rico trefflich auf die mehr gerundeten und nicht gezähnten Blättchen als Unterschiede von der eigentlichen *C. americana* hingewiesen. A. Richard hat sie (1845) nach Fruchtexemplaren seines Vaters L. Cl. Richard aus S. Jean, welche nun im Hb. Franqueville sich befinden, entsprechend charakterisirt. Nicht fructificirte Materialien sind am leichtesten durch den Mangel der Papillen an der Blattunterseite von *C. americana* zu unterscheiden. Sie scheint die letztere auf mehreren Inseln Westindiens gleichsam zu vertreten. Nur aus S. Domingo und Martinique sind mir beide Arten bekannt geworden. Grisebach (Fl. Brit. W. Ind. Isl. p. 125) glaubte mit Unrecht in „*C. triquetra* Rich. Cub.“ die *C. fulva* Mart. (d. i. *C. paniculata* Camb.) sehen zu sollen, unter Hieherbeziehung von Pflanzen aus Guiana und Pernambuco, deren Sammler zwar nicht genannt sind, in denen aber auch so mit grösster Wahrscheinlichkeit eine abermals verschiedene, dritte Art, *C. rubiginosa* nämlich vermuthet werden kann. Die bei dieser Gelegenheit gemachte irrige Angabe über das Vorkommen der *C. triquetra* auf Cuba hat Grisebach selbst schon im Cat. Pl. Cub. p. 45 verbessert.

10. Für *C. glabra* ist vor allem hervorzuheben, dass sie nach dem Inhalte der bis jetzt gemachten Sammlungen von den 6 überhaupt aus den Antillen und speciell wieder von den 4 aus dem Bereiche der grossen Antillen bekannt

gewordenen Arten (*C. americana, triquetra, glabra* und *macrophylla*, wozu dann aus den kleinen Antillen noch *C. diphylla* und *rubiginosa* kommen) die einzige ist, welche auf Jamaica verbreitet erscheint. Darnach ist es wohl wahrscheinlich, dass Swartz das Richtige getroffen, als er (1788) die *Cupania arborea foliis oblongis* etc. von P. Browne, Hist. Jam., 1756, p. 178 (abweichend von J. Burman in Plum. Ic., 1757, welchem Lamarck, 1790, und Descourtilz, 1822, gefolgt sind) auf seine *C. glabra* bezog, und das Gleiche gilt von Lunan, welcher die von Gärtner (1791) unter der mit begründetem Zweifel gebrauchten Bezeichnung *C. americana* abgebildete Frucht einer Pflanze aus Jamaica zuerst (1814) zu *C. glabra* gerechnet zu haben scheint. Sowohl die Abbildung als die Beschreibung Gärtner's lassen erkennen, dass die betreffende Frucht kahl gewesen sei, da sie Gärtner ausdrücklich als „capsula fusco ferruginea" dem „fructus sericeus" Plumier's (Gärtner sagt auffälliger Weise „fructus sericeo albus") gegenüberstellt, und der Form nach erscheint sie nicht unähnlich einer Frucht von *C. glabra*, deren Kanten bei voller Reife, wie das gelegentlich sich findet, ihre Schärfe verloren haben. Die Wuchsverhältnisse und die Beschaffenheit des Holzes scheinen, wie aus den Angaben A. Richard's („Baum von 36—40 Fuss Höhe mit hartem Holze") im Vergleich mit denen P. Browne's („strauchartiger Baum von 12—14' Höhe; Holz weich und unbrauchbar, woher der Name Loblolly-wood") hervorgeht, nicht immer die gleichen zu sein. Macfadyen gibt darüber keinen Aufschluss; er will die Pflanze nie gesehen haben, obwohl sie im Herbarium von Hooker von ihm (vielleicht aus späterer Zeit?) vorhanden ist. Noch kräftigeren Wuchs als auf Cuba scheint die Pflanze in Mexico zu erlangen, wenn ich anders mit der Hieherbeziehung von *C. excelsa* Kunth Recht habe. Derselbe scheint ihr übrigens auch auf

Jamaica nach der Bemerkung „arbor excelsa" auf Wullschlaegel's Etiquetten nicht immer zu fehlen.

Den Vulgärnamen „Guara" theilt die Pflanze mit *C. americana*. Die betreffenden von A. Richard publicirten Angaben Ramon's finden ihre Bestätigung in den oben (Sp. n. 1 und 8) mitgetheilten von De la Ossa und Dr. Wright.

Ausser aus Jamaica und Cuba ist mir die Pflanze nur noch aus Mexico, aus letzterem aber nur in den nicht fructificirten Materialien Humboldt's und Linden's (s. d. Uebers.) bekannt geworden.

Die Vaterlandsangabe „Hispaniola" bei Persoon und De Candolle (Prodr.) hat offenbar nur in der irrigen Hieherbeziehung der *C. americana* durch Swartz ihren Grund.

Die Angaben „Panama" und „Guiana" in Grisebach Fl. Brit. W. Ind. Isl. beruhen ebenso auf gänzlich unbegründeter Hieherrechnung von *C. laevigata* Seem., d. i. *Matayba glaberrima*, und *C. laevigata* Miq., d. i. *Matayba laevigata* und *opaca*.

Auch die Angabe „Mexico" beruht bei Grisebach a. a. O. auf einer falschen Voraussetzung, nämlich auf der Deutung von *Sapindus glabrescens* W. Hook. & Arn. (Bot. Beech. Voy. 1841) als *C. glabra*, während diese Pflanze nach Cas. De Candolle (Monogr. Meliac., 1878, p. 575) zu *Guarea fulva* Tr. & Pl. als var. *β mexicana* C. DC. gehört. Durch eine irrthümliche Hieherbeziehung einer Notiz über die Autopsie der in Bot. Beech. Voy. auf *Sapindus glabrescens* unmittelbar folgenden Pflanze, *Sapindus Drummondi* W. Hook. & Arn., bin ich dazu gekommen, in meiner Abhandlung über *Sapindus* p. 300 und 358 die Deutung Grisebach's als in Richtigkeit befunden anzugeben und der Pflanze das Zeichen der Autopsie „!" beizusetzen. Dieser Irrthum mag hier berichtiget sein.

Die Angaben Grisebach's zu *C. glabra* a. a. O. schliessen auch in einem anderen Theile noch eine Meliacee in sich, nämlich, wie in der Tabelle unter n. 112 erwähnt, March n. 251, eine *Guarea*, welche im Hb. Hook. eigenhändig von Grisebach als *C. glabra* bezeichnet ist, während nur March n. 249 wirklich dahin gehört. Dass auch ***Cupania trachycarpa*** Griseb. (Cat. Pl. Cub.) eine Meliacee ist, habe ich schon in meiner Abhandlung über *Sapindus* p. 311, n. 4 erwähnt, woselbst das Zeichen der Autopsie „!" aus Versehen weggeblieben ist. Ebenso ist die gleichfalls schon dort p. 324 berührte *Thouinia spec.* Griseb., coll. Kappler n. 2130 statt einer Sapindacee eine Meliacee, über die im Zusatze zu *Matayba arborescens* das Nähere zu finden ist.

Dass die von Triana und Planchon selbst nur fragweise als *C. glabra* bezeichnete Pflanze aus Neu-Granada eine andere Art, *C. papillosa*, sei, ist durch die Charakteristik dieser genügend dargethan.

Schon bei ihrer ersten Erwähnung durch Schlechtendal und Chamisso ist *C. glabra* Willd. Herb. n. 7255, specim. Humboldt., auf die nach derselben Pflanze Humboldt's aus Neu-Granada aufgestellte *C. scrobiculata* Kunth, d. i. ***Matayba scrobiculata***, zurückgeführt, leider aber zugleich mit Materialien der *C. dentata* aus Mexico vermengt worden.

Wenn endlich Duchesne die *Paullinia Cupana* Kunth (*Paull. sorbilis* Mart.) vom Orinoco als *C. glabra* ansieht, so ist darüber kaum etwas anderes zu sagen, als dass das lediglich eine leichtfertige Deutung des Speciesbeinamens jener Pflanze zu sein scheint.

11. Wenn die Bemerkung von Lasègue (Mus. Deless. p. 322), dass die mexicanischen Pflanzen des Herb. Pavon von Mociño & Sesse herrühren, wenigstens theilweise

richtig ist, so mag sie für *Cupania dentata* zutreffen, da das Exemplar des Hb. Pavon eine ausserordentliche Uebereinstimmung mit der Abbildung der Fl. mexic. ined. von Moc. & Sesse zeigt, auf welche Abbildung De Candolle die Art basirt hat. Die Pflanze ist wiederholt mit *C. scrobiculata* Kunth, d. i. *Matayba scrobiculata* verwechselt worden. Sie steht sehr nahe der *C. glabra.*

12. Martius gibt als Standort von *C. oblongifolia* im Hb. Fl. bras. p. 147 n. 247 „Cujabà" an und hat auch bei einem Exemplare der Pflanze in seinem Herbare eigenhändig die Bemerkung eingetragen: „Prope Cujaba, Manso" bei einem anderen Exemplare derselben Pflanze aber die Angabe: „Rio de Janeiro, Ackermann". Da die Pflanze im übrigen nur aus der Provinz Rio de Janeiro vorliegt, so ist die erst erwähnte Angabe mit Vorsicht aufzunehmen. Es ist nicht undenkbar, dass dieselbe blos aus dem Gedächtniss niedergeschrieben und dabei eine Verwechselung von Manso und Ackermann (sowie der Orte, an welchen sie sammelten) mit untergelaufen sei.

Die beiden in der Uebersicht aufgeführten Formen sind durch mancherlei Uebergänge derart verbunden, dass eine Auffassung derselben als selbständiger Arten nicht zulässig erschien.

13. *C. fulvida* und *C. rufescens* scheinen mir einer Vereinigung entgegenzusehen, es müsste denn die zur Zeit noch unbekannte Frucht der für erstere die Grundlage bildenden Pflanze aus Panama wichtigere Unterschiede, als sie zur Zeit beobachtet sind, an die Hand geben. Von den gegenwärtig vorliegenden Materialien beider Arten steht das von Karsten in mancher Hinsicht vermittelnd zwischen den übrigen.

14. Wie aus dem unter *Cupania paniculata* angeführten Synonyme „*Sapindus rufescens* Turcz." im Vergleiche mit dem im vorigen Jahre über *Sapindus rufescens* und *trifoliatus* Turcz. in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 306 Bemerkten zu ersehen ist, sind mir durch die gütige Vermittlung des Herrn Dr. Batalin und das freundliche Entgegenkommen der Herren Dr. Pitra und Reinhardt die Belegstücke zu den Angaben Turczaninow's, über welche sich aus dem Inhalte anderer Herbarien volle Klarheit nicht gewinnen liess, nunmehr zugekommen. Indem ich den genannten Herren hiemit meinen besten Dank dafür abstatte, ergreife ich diese Gelegenheit, um besonders über das zu berichten, was sich zur Ausfüllung von Lücken in meinen früheren Mittheilungen aus der Durchsicht der in Rede stehenden Materialien entnehmen liess.

Es ist das Folgendes:

Ghisebreght n. 197, von Turczaninow in Bull. Mosc. 1859 p. 267 als *Serjania racemosa* Schum. zugleich mit der wenigstens theilweise dahin (theilweise aber zu *Serj. goniocarpa*) gehörigen Pflanze von Botteri n. 876 (sphalmate 576) bestimmt und darnach neben letzterer, jedoch mit der Bemerkung „specimen non vidi," unter der erstgenannten Art in meiner Monogr. Serj. p. 265, 266 aufgeführt, gehört nicht dahin, sondern mit dem anderen Theile von Botteri n. 876 zu *Serj. goniocarpa*.

Paullinia guatemalensis Turcz. l. c. 1859 p. 267, in der Monogr. Serj. p. 56 und 60 unter die aus der Gattung *Paullinia* auszuschliessenden Arten eingereiht, sieh oben unter *Cupania guatemalensis*.

Für *Schmidelia bahiensis* Turcz. l. c. 1858 p. 398, coll. Blanchet n. 2344 hat sich aus der Autopsie des betreffenden Originales die in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 312, 384 angeführte Deutung als *Connarus Blanchetii* Planch. vollkommen bestätiget.

Ebenso hat sich für „*Cupania e coll. Brasil. Clausseni 1840*" Turcz. l. c. 1858 p. 405 die in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 345 fragweise versuchte Unterbringung bei *Talisia esculenta* als richtig herausgestellt.

Desgleichen erweist sich für „*Sapindus e Java aut Sumatra, Göring II n. 38*" Turcz. l. c. 1858 p. 404 („an *Nephelii* species?") die in meiner Abhandlung über die Sapindaceen Holländisch-Indiens p. 9 n. 13 und in der Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 304 n. 110 und p. 370 ausgesprochene Vermuthung, dass die Pflanze zu *Pometia* gehören möchte, als richtig. Sie ist, wie sich weiter zeigt, dem Formenkreise von *Pometia tomentosa* Teysm. & B. beizurechnen. Der Pflanze ist der bekannte Vulgärname „Lengsar" beigefügt.

Für seinen *Sapindus cinereus*, d. i. *Euphoria cinerea* (s. die Abh. üb. *Sapindus* etc. p. 299 n. 23), führt Turczaninow l. c. 1858 p. 403 aus der Sammlung von Cuming die Nummern 1131 und 1570 an. Letzere Nummer findet sich in der That auf einer von der Hand Turczaninow's herrührenden Etiquette seines Herbares — ob nur in Folge eines Schreibfehlers, der dann auch in die betreffende Literaturstelle übergegangen ist, muss ich dahin gestellt sein lassen. In anderen Herbarien finde ich bei Exemplaren der gleichen Pflanze die Nummern 1131 und 1587.

Für *Sapindus rufescens* Turcz. l. c. 1858 p. 404 ist der in der Tabelle gegebenen und in der Uebersicht unter *Cupania paniculata* Camb. wiederholten Deutung ausser dem eingangs dieses Zusatzes über die autoptische Untersuchung der Pflanze Gesagten nichts Wesentliches hinzuzufügen. Dasselbe gilt für mehrere andere auf Cupanieen bezügliche, in der Tabelle und in den Zusätzen berührte Aufstellungen Turczaninow's.

Sapindus trifoliatus Turcz. l. c. 1863 p. 586 (Genus novum *Dodonaearum* id. 1859 p. 268), coll. Schlim n. 133,

Digitized by Google

dessen Deutung, wie die der vorigen Art, in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. offen gelassen werden musste, weist sich nunmehr als *Billia columbiana* Tr. & Pl. aus, für welche die letztbezeichneten Autoren die Nummer 135 der Sammlung von Schlim anführen (Ann. Sc. nat. XVIII, 1862, p. 367). Ob in eine dieser Nummern und in welche etwa sich eine falsche Ziffer eingeschlichen habe, muss ich dahingestellt sein lassen.

Für *Otolepis nigrescens* Turcz. l. c. 1848 p. 573 und 1858 p. 406, coll. Cuming n. 1922 hat sich durch die Autopsie der betreffenden Pflanze die in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 329 vermuthete Uebereinstimmung mit Cuming n. 1127, d. i. *Otophora fruticosa* Bl., nunmehr als thatsächlich herausgestellt.

Durch die Autopsie bestätiget hat sich weiter die Deutung von *Thouinia? dicarpa* Turcz. l. c. 1863 p. 587 als *Hymenocardia lyrata* Tul. (s. die Abh. üb. *Sapindus* etc. p. 313 n. 29). Daneben finden sich im Hb. Turcz. auch Bruchstücke von *Hymenocardia acida* Tul., welche aber in der Beschreibung Turczaninow's nicht berücksichtiget erscheinen; sie stimmen überein mit den (übrigens unter abweichender Bestimmung) nach München gelangten Exemplaren der Sammlung von Schweinfurt n. 1310, 1338.

Lophozonia heterocarpa Turcz. l. c. 1858 p. 396 haben schon Bentham und Hooker (Genera I, 1862, p. 392) als zur Gattung *Fagus* gehörig bezeichnet. Es scheint mir *Fagus obliqua* Mirb. zu sein, mit der sie zusammenfällt.

Endlich mag noch über *Dodonaea nutans* Turcz. l. c. 1858 p. 407, („Eloy n. 4171 A, e regno Mascatensi") bemerkt sein, dass dieselbe nichts anderes ist als *Dodonaea viscosa* L.

Ein paar weitere Erörterungen mögen für kommende Gelegenheit verspart sein.

Digitized by Google

15. Die auf *C. rugosa* fragweise bezogene Pflanze St. Hilaire's ist ein steriles, von Cambessedes unberücksichtigt gelassenes Exemplar. Dasselbe weicht von den Materialien Blanchet's kaum durch etwas anderes als Häufigkeit der Drüsen an den Blättchen ab.

16. Der *C. hispida* möchte man dem Habitus nach eine Stelle zunächst neben *C. fulvida* und *C. rufescens* anweisen. Die Gestalt der Frucht aber hindert das, wenn nicht etwa ein reicheres Material eine Vermittlung in dieser Hinsicht anbahnt.

17. Als Originalien der *C. scrobiculata* L. Cl. Rich. („foliolis ovatis obtusis cum brevi acumine, superne repandulis, glabris; alis nervorum scrobiculo pertusis" Act. Soc. Hist. nat. Paris. I, 1792, p. 109) können ausser Leblond n. 63 im Hb. Deless. auch die von Richard selbst gesammelten und eigenhändig als *C. scrobiculata* bezeichneten Exemplare des Hb. Franqueville und Hb. Deless. betrachtet werden.

Die Pflanze ist, abgesehen von der Frucht und was die Blätter betrifft, noch ausgezeichnet durch die zahlreichen stärkeren Venen, welche zwischen den Seitennerven aus der Mittelrippe ihren Ursprung nehmen und erst eine Strecke weit horizontal verlaufen ehe sie, nach unten umbiegend, mit den aus den Seitennerven rechtwinklig hervortretenden Venen oder dem davon gebildeten Netzwerke — nach welchem Cambessedes und später nochmal Splitgerber der Pflanze den Namen *C. reticulata* beigelegt haben — anastomosiren. Eine von Cambessedes eigenhändig so bezeichnete Pflanze des Hb. Paris. trägt auch noch die Angabe: „Cayenne, Martin no. 47." Das Original von Splitgerber befindet sich im Herbare des botanischen Gartens zu Leiden.

Die Pflanze tritt in verschiedenen Formen und Zwischenformen auf, welche gelegentlich als selbständige Arten aufgefasst worden sind. Ich kann ihnen den Werth solcher nicht zuerkennen.

Wegen der Grösse ihrer Früchte bemerkenswerth sind die Exemplare von Wullschlaegel und Triana.

Noch mag bemerkt sein, dass Hostmann n. 295 von Miquel (Stirp. surin. select.) auch bei *Quapoya surinamensis* Miq. angeführt wird. Das ist aber nur ein Druck- oder Schreibfehler statt n. 259.

18. *C. lanuginosa* steht dem Habitus nach der *C. hirsuta* sehr nahe, so dass wohl auch eine ähnlich gestaltete Frucht für dieselbe erwartet werden kann. Uebrigens lassen die von unten bis oben mehr gleichbreiten, am Rande ihrer ganzen Länge nach deutlich und ziemlich grob sägezähnigen, unterseits drüsenlosen Blättchen, die durchaus hellere Haarbekleidung und die weniger behaarten Kelchblätter die Pflanze doch als so weit verschieden erscheinen, dass es gerathen ist, dieselbe vor der Hand und so lange nicht etwa eine vollständige Uebereinstimmung in der Fruchtbildung nachgewiesen ist, von *C. hirsuta* getrennt zu halten.

19. *C. macrophylla* ist von Poeppig ausser unter der von Grisebach erwähnten Bezeichnung „*Ornitrophe Cominia* Poepp." noch unter dreierlei anderen, auf dreierlei Gattungen bezüglichen Bezeichnungen, alle anscheinend von der Hand Poeppig's vorhanden. Sie mögen, um eine Vermehrung der Synonymie zu vermeiden, und da sie meines Wissens wenigstens in keiner Druckschrift bisher erwähnt sind, mit Stillschweigen übergangen sein.

Ueber die Beschreibung des Embryo bei A. Richard unter der hieher gehörigen *C. juglandifolia* A. Rich. vergleiche die Anmerkung zu Zusatz 6 (p. 571). Was den

Digitized by Google

Versuch Grisebach's (in Fl. Brit. W. Ind. Isl., p. 126) betrifft, die etwas kleineren Früchte des als „*C. juglandifolia*" von A. Richard bezeichneten Exemplares der *C. macrophylla* auf *Matayba apetala* zu beziehen, so muss ich denselben nach Autopsie des betreffenden Originales als verfehlt bezeichnen. Aehnliche Schwankungen in der Grösse der Früchte finden sich auch bei anderen Arten.

C. macrophylla ist nach der oben gegebenen Uebersicht die vierte und letzte der im Bereiche der grossen Antillen vorkommenden Arten. Ueberblickt man die Verbreitung dieser nach den gegenwärtig vorliegenden Materialien, so zeigt sich, dass alle 4 auf Cuba vorkommen; auf S. Domingo nur 2 derselben, *C. americana* und *triquetra*; auf Jamaica nur *C. glabra*; auf Porto-Rico nur *C. triquetra*.

C. glabra und *macrophylla* reichen nach Mexico hinüber. Für *C. americana* ist das fraglich. Dagegen ist letztere auf den kleinen Antillen und selbst bis Venezuela verbreitet. Den kleinen Antillen gehört auch *C. triquetra* an, dort übrigens vor der Hand nur auf Martinique (wie schon in Zus. 9 erwähnt) zugleich neben *C. americana* nachgewiesen. Die zwei auf den kleinen Antillen ausserdem noch vorkommenden Arten, *C. diphylla* und *C. rubiginosa*, gehören im übrigen dem südamericanischen Festlande an.

20—23: Zusätze zur Gattung Cupaniopsis.

20. Uebersicht der Arten von

Cupaniopsis Radlk.

Sectio I. Elattopetalum: Alepidotae; petala sepalis dimidio breviora; antherae ovato-oblongae, curvatae, crassiores; arillus carnosus.

× Fructus estipitatus, subgloboso-trigonus, extus et intus tomentosus, mesocarpio carnoso; flores sessiles; calyx sericeus; discus glaber

1) C. serrata Radlk. — Australia orientalis.

Forma 1. genuina: Foliola serrata, subtus subtomentosa.

Forma 2. tomentella (Cupania t. Müll. Hb. ed. Benth.): Foliola subintegerrima, subtus tomento molli brevi densiore induta.

× × Fructus brevius longiusve stipitatus

+ Fructus apice depresso deorsum sublobatus, extus et intus tomentosus, mesocarpio carnoso; flores pedicellati; calyx pubescens

* Discus tomentosus

2) C. leptobotrys Radlk.: Foliola oblonga, acuminata, longiuscule petiolulata, subtus ad nervos puberula, minutim pellucide punctata et lineolata, plurifoveolata. — Ins. vitienses (Wilkes Exped.).

* * Discus glaber

3) C. Wadsworthii Radlk.: Foliola cuneata, apice truncata vel late excisa, rarius rotundata. — Australia orientalis.

+ + Fructus apice obtusus vel truncatus, styli residuis apiculatus

* Mesocarpium carnosum nec nisi cellulis sclerenchymaticis paucis foetum

○ Fructus intus et extus glaber, trigono-pyriformis, parvus

4) C. punctulata Radlk. — Australia orientalis.

○ ○ Fructus intus tomentosus, extus denique glabratus

§ Discus tomentosus

5) C. foveolata Radlk.: Calyx subglaber; foliola oblongo-lanceolata, obsolete dentata, insigniter foveolata. — Australia orientalis.

§ § Discus glaber

6) C. anacardioides Radlk.: Calyx subglaber; foliola obovata, multinervia, efoveolata. — Australia septentrionalis et orientalis.

Digitized by Google

* * Mesocarpium cellulis sclerenchymaticis crebris coacervatis lignoso-corticosum; fructus intus pilis longis teneris subsericeo-tomentosus; embryo amyliger cellulis resiniferis quoque instructus; discus glaber, insignius lobatus, sub fructu maturo in segmenta (lobos) dirruptus

O Fructus extus glabratus, calyx puberulus, rami glabrati

7) C. petiolulata Radlk.: Foliola ex ovali oblonga, longiuscule petiolulata, obscurius foveolata, nervis lateralibus simplicibus. — Novo-Caledonia: Vieillard n. 209 (Balade); Pancher (c. indic. „Vieillard 2293").

8) C. psilocarpa Radlk.: Foliola ex ovali obovata, subsessilia, insigniter foveolata, nervis lateralibus ad medium quasi dichotomis; arillus carnosus, semen dimidium tantum obtegens. — Novo-Caledonia: Balansa n. 1443 (pr. Bourail).

O O Fructus extus tomentosus; calyx puberulus; rami petiolique pulverulento-puberuli vel tomentelli; foliola in axillis nervorum primariis nec non interdum in secundariis quoque foveolata, nervis lateralibus supra medium subdichotomis

9) C. apiocarpa Radlk.: Fructus subgloboso-pyriformis, vix obtusissime angulatus, in stipitem abrupte coarctatus. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 761; Vieillard n. 216 (pr. Canala); Pancher (c. indic. „Mus. Néocal. n. 221, Vieillard n. 2394"); Balansa n. 145 (pr. Nouméa).

10) C. trigonocarpa Radlk.: Fructus acute triangularis, in stipitem sensim attenuatus — Novo-Caledonia: Balansa n. 144 (pr. Nouméa).

O O O Fructus extus nec non calyx, rami petiolique dense furfuraceo-tomentosi

§ Foliola foveolata, foveolis urceolatis

Digitized by Google

11) C. chytradenia Radlk.: Foliola oblonga, rigida, subtus ad nervos tomentosa, mox glabrata, nervis lateralibus simplicibus, venis e nervo mediano enascentibus horizontalibus cum reliquis obliquis anastomosantibus. — Novo-Caledonia: Deplanche; Vieillard n. 217 (Port de France); Pancher (collect. lign. n. LXXV).

§ § Foliola efoveolata, 8—10

12) C. crassivalvis Radlk.: Fructus acute triangularis, obovatus, in stipitem minus abrupte attenuatus; foliola breviter petiolulata, multinervia, nervis lateralibus utrinque 11—13 approximatis. — Novo-Caledonia: Balansa n. 1455 (pr. la Conception).

13) C. macrocarpa Radlk.: Fructus obtuse trigonus, breviter ellipsoideus, in stipitem abrupte coarctatus; foliola longe petiolulata, paucinervia, nervis lateralibus 8—10 remotioribus. — Novo-Caledonia: Balansa n. 2262 (pr. Canala).

§ § § Foliola efoveolata, 16—20

14) C. azantha Radlk.: Fructus trigono-ellipsoideus, in stipitem abrupte coarctatus; foliola longe petiolulata, multinervia. — Novo-Caledonia: Labillardière (Hb. Webb, Par.); Vieillard n. 218, 220 (Balade).

15) (Sedis minus certae, attamen vix dubie hujus generis et sectionis) C. Storckii Radlk.: „Foliola 16—18, ovato-oblonga, acuminata, integerrima, glabra, concoloria" (Seem.), minutim pellucide punctata, efoveolata, chartaceo-membranacea, longiuscule petiolulata; „petioli, pedunculi calycesque ferrugineo- tomentosi; capsula obovato-trigona, apiculata" (Seem.), ferrugineo-tomentosa, intus pilis longis teneris subsericeo-tomentosa, mesocarpio carnoso; semen fere totum arillo obtectum. — Ins. vitiens.: Seemann n. 67. (Foliolis affinis C. leptobotr., sed forma fructus recedit.)

Sectio II. Mizopetalum: Lepidotae (folia ramique novelli, interdum evoluti quoque, nec non inflorescentiae, sepala, fructus glandulis scutatis obsiti); petala sepalis vix breviora; antherae minores, ellipsoideae; arillus tenuis, plus minus fimbriatus

× Sepala margine petaloidea; rami petiolique (interdum foliola quoque) pruina vel cerae strato crassiore (denique desquamato) obtecti

+ Fructus vix vel ne vix stipitatus; foliola integerrima

* Fructus intus totus (in n. 16) vel inferne (in n. 17 et 18) setoso-hirsutus (lepides innovationum mox deciduae)

○ Fructus obovoideo-trigonus, basi attenuatus, glabratus; arillus parum fimbriatus

16) C. myrmoctona Radlk.: Foliola 2—6, elliptico-lanceolata, rigide coriacea, nervis lateralibus debilibus numerosis rectiusculis patulis instructa, in petiolulos complanatos sensim attenuata. — Novo-Caledonia: Labillardière (Hb. Webb., Hook., Deless.).

○ ○ Fructus obcordatus, trisulcato-trilobus, lobis sat acutis, subsessilis, lepidotus; arillus insignius fimbriatus

17) C. fruticosa Radlk.: Semina ellipsoidea; embryo amyliger; cotyledones crassae, hemisphaericae, superpositae; foliola 8—10, ex ovali-oblongo elliptica vel sublanceolata, latere interiore latiore breviore, obtusiuscula, in petiolulos oblique coarctata, subcoriacea, nervis lateralibus sat prominentibus, arcuato-adscententibus, subtiliter reticulato-venosa, utrinque opaca — Novo-Caledonia: Baudouin (t. Franqueville, anne Pancher?) n. 142; a Pancher comm. c. Hb. Par. c. indic. „n. 142, Vieill. n. 2409"; Pancher n. 162 (cf. supra p. 516 n. 125).

Digitized by Google

18) C. subcuneata Radlk.: Semina compressa; embryo oleosus; cotyledones flexuosae; foliola 10—12, lanceolata vel superiora ex obovato-oblongo subcuneata, plus minus inaequilatera, breviter petiolulata, nervis lateralibus subarcuatis, reticulato-venosa, supra nitida, subtus opaca. — Novo-Caledonia: Balansa n. 2267 (pr. Canala).

* * Fructus, quantum e germine concludi potest, intus glaber, extus ut et sepala totaque inflorescentia axillaris dense lepidotus

19) C. dictyophora Radlk.: Foliola 10—14, oblonga, latere interiore latiore breviore, basi inaequaliter in petiolulos longiores contracta, apice obtusa, margine subrevoluta, crassiuscule coriacea, nervis lateralibus patulis, insigniter reticulato-venosa, utrinque opaca. — Novo-Caledonia: Balansa n. 1449 (in monte Mi).

+ + Fructus insigniter stipitatus; foliola obtuse inciso-dentata

20) C. inoplea Radlk.: Foliola 6—8, oblonga, rigida, cellulis sclerenchymaticis fibrosis per parenchyma dissitis insignia, longiuscule petiolulata; innovationes laxius lepidotae; inflorescentiae e ramis vetustioribus enascentes; fructus intus et extus glaber (germen pilis singulis obsitum); arillus fimbriatus. — Novo-Caledonia: Balansa n. 3307 (in monte Pum).

× × Sepala fere tota petaloidea, tenera; rami petiolique vernicoso-nitidi, fructus intus et extus glaber; arillus vix fimbriatus; embryo amyliger; cotyledones superpositae (inferior minor)

21) C. glomeriflora Radlk.: Foliola obtuse inciso-dentata, rarius subintegerrima, utrinque viridia; flores in ramis vetustioribus glomerulato-fasciculati; fructus parvi, trigono-obovoidei, basi attenuati. — Novo-Caledonia: Labillardière n. 169 (Hb. Soc. Senkenberg. Francofurt.); Baudouin n. 354 partim (cfr. C. oedip.); Deplanche

n. 83 (ins. Lifu); Vieillard n. 228 (Port de France), n. 233; Pancher n. 782 (ins. Pin.); Balansa n. 153 partim (cfr. C. oedip.), n. 1447 (pr. Bourail); culta in Hort. Paris.

22) C. ganophloea Radlk.: Foliola sat dentata, undulata, discoloria; inflorescentiae axillares, racemiformes, rhachi tenuissima; fructus mediocres, ex obovato ellipsoidei, breviter stipitati. — Novo-Caledonia: Labillardière (Hb. Webb); Vieillard n. 227 (Balade), n. 230, n. 231 (Balade); Pancher n. 777.

23) C. oedipoda Radlk.: Foliola integerrima, utrinque fuscescentia; petioli (nec non petioluli) basi valde incrassati; inflorescentiae fasciculatae, subaxillares, racemiformes, rhachi tenui; fructus majores, trigono-ellipsoidei, estipitati. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 354 partim (cfr. C. glomerifl.); Vieillard n. 232 (Balade); Pancher (Congui); Balansa n. 153 partim (cfr. C. glomerifl.; pr. Nouméa), n. 1441 (pr. la Conception), n. 2257 (pr. Port-Bouquet).

21. Von der Auffassung der *Cupaniopsis Wadsworthii* als einer Art der Gattung *Harpullia* durch Ferd. v. Müller war schon oben pag. 483 die Rede. Die Pflanze, von welcher Blüthen- und Fruchtexemplare vorliegen, gehört sicher ebenso wenig zu *Harpullia* wie *Cupaniopsis serrata*, bezüglich deren Ferd. v. Müller vor dem Bekanntsein der Früchte eine ähnliche Stellung vermuthet hatte (Fragm. III, 1862—63, p. 44).

Es mag mir gestattet sein, hier meiner Meinung über die Stellung dreier anderer Pflanzen Ausdruck zu geben, von welchen mir Materialien durch die Güte des eben genannten, um die Kenntniss der australischen Flora so hoch verdienten Forschers zugekommen sind.

Digitized by Google

Es sind das *Ganophyllum falcatum* Bl., *Blepharocarya involucrigera* F. Müll. und *Schleichera ptychocarpa* F. Müll.

Die Untersuchung der von *Ganophyllum falcatum* aus Port Denison erhaltenen Früchte mit reifen Samen haben mir nach ihren morphologischen Verhältnissen und mit Rücksicht darauf, dass dieselben ein ähnliches Verhalten zeigen, wie ich es in meiner Abhandlung über *Sapindus* (p. 289) für ***Filicium*** hervorgehoben habe, den letzten Zweifel darüber benommen, dass die sowohl von Blume (Mus. bot. I, 1850, p. 230) als Miquel (1859), Bentham & Hooker (1862), Marchand (Adansonia VIII, 1867, p. 37, 68) und F. v. Müller (Fragm. VII, 1869—71, p. 24) zu den Burseraceen gestellte Gattung *Ganophyllum* wohl ebenso sicher wie die Gattung ***Filicium*** den Sapindaceen beizuzählen sei, wie Baillon mit gutem Tacte wenigstens fragweise schon ausgesprochen hat (Hist. d. Pl. V, 1874, p. 409, 410) und wie für ***Filicium*** auch Thwaites seiner Zeit angenommen hatte (in Hook. Journ. Bot., VII, 1855, p. 273). Ob es richtig ist, wenn F. v. Müller (Fragm. VII, p. 24) die Früchte von *Euroschinus falcatus* Benth. (Fl. Austr. I, p. 490) auf *Ganophyllum* bezieht, scheint mir zweifelhaft. Die Beschreibung bei Bentham „seeds compressed with flat cotyledons" passt jedenfalls nicht auf *Ganophyllum*. Gesehen übrigens habe ich die betreffenden Früchte nicht — wohl aber von Oliver gefälligst mitgetheilte Fragmente blühender Exemplare der Bentham'schen Pflanze von Sunday Island und Port Denison. Doch dass diese nichts mit *Ganophyllum falcatum* zu thun haben, ist ja auch F. v. Müller's Meinung. Dass *Ganophyllum falcatum* von Port Denison und Rockingham's Bay (von F. v. Müller mitgetheilt), ferner von P. Darwin (und Port Denison, von Oliver mitgetheilt), sowie die von Bentham und Hooker (Genera I, p. 326) bei der Angabe, dass die Gattung auch auf den Philippinen vertreten sei, wahrscheinlich im Auge gehabten Exemplare der Sammlung von Cuming n. 1179 mit ned

Originalien von Blume aus Neu-Guinea vollkommen übereinstimmen, kann ich nach directer Vergleichung als zweifellos bezeichnen. Weiteres über die Pflanze mag auf spätere Gelegenheit verspart sein.

In *Blepharocarya involucrigera* F. Müll. (Fragm. XI, p. 15—16, wie ich nach dem Citate in der bisher leider allein mir zu Gesichte gekommenen Beschreibung der männlichen Blüthen in Trimen's Journal of Botany VIII, 1879, p. 116 anführe) erblicke ich nicht eine Sapindacee, sondern eine Anacardiacee. Entscheidend dafür ist der einfächerige Fruchtknoten mit der charakteristischen einzelnen, von der Spitze eines aus dem Grunde des Fruchtfaches aufsteigenden Nabelstranges herabhängenden, gekrümmten Samenknospe. Der Fruchtknoten ist schief eiförmig, etwas zusammengedrückt; der Griffel, welcher aus dem der Placenta gegenüberliegenden Rande des Fruchtknotens etwas unter dessen Spitze hervortritt, ist nach oben schwach keulig verdickt, in eine stumpfe Narbe endigend, an der Basis innerseits behaart. Ein vertiefter, mehrlappiger, spärlich behaarter Discus umschliesst die Basis des Fruchtknotens. Von Staubfäden fehlt der weiblichen Blüthe jede Andeutung. Die Kelchblätter und die damit alternirenden Blumenblätter sind schmäler, erstere zugleich länger als in der männlichen Blüthe. Die männliche Blüthe mit ganz an die von *Rhus* und verwandten Gattungen erinnernden Blumenblättern zeigt über den 8 (abwechselnd kürzeren) kahlen Staubgefässen im Centrum der Blüthe 5—7 verkehrt eiförmige oder selbst verkehrt herzförmige, dicht mit krausen Haaren besetzte drüsen- oder schuppenförmige Organe, welche ich für die hier stärker als in der weiblichen Blüthe entwickelten Lappen eines Discus ansehe, wie er in regelmässigerer aber schwächerer Entwicklung z. B. bei *Odina Wodier* zu finden ist (mit 8, wohl durch den Druck der Staubgefässe hervorgerufenen und mit diesen abwechselnden Lappen). Erst in der Mitte dieses

unregelmässig gelappten Discus findet sich ein winziges, kurz stielförmiges Rudiment eines Pistilles (viel kleiner als bei *Odina*), welches an der Spitze mit geraden, steifen Haaren, und noch dichter als die Lappen des Discus besetzt ist. Die Gefässbündel des Blattstieles, sowie der Axe der männlichen und weiblichen Inflorescenz, zeigen die für die Anacardiaceen und Burseraceen so charakteristischen Balsamgänge im Weichbaste.

Was *Schleichera ptychocarpa* F. Müll. (Fragm. IX, 1875, p. 97) betrifft, so ergab sich mir aus der Untersuchung der betreffenden, von Ferd. v. Müller freundlichst mitgetheilten Fruchtexemplare (Blüthenexemplare fehlen), dass die Pflanze zu den Meliaceen gehöre und zwar zur Gattung *Dysoxylum*, der ich sie hiemit als *Dysoxylum ptychocarpum* einverleibe, jedoch mit der Bemerkung, dass ich die weiter unten zu berührende Frage, ob hier nicht etwa blos die Fruchtexemplare zu *Dysoxylon Klanderi* F. Müll. (Fragm. V, 1865—66, p. 176) vorliegen, noch nicht als endgiltig entschieden betrachte, da mir Materialien der letzt genannten Art zu unmittelbarer Vergleichung fehlen.

Am nächsten verwandt erwies sich mir *D. ptychocarpum* mit *D. macrothyrsum* Miq., wenigstens unter den Arten, welche mir zur Vergleichung zugänglich waren.

Wie *D. macrothyrsum*, wie auch andere Arten dieser Gattung, bei welchen Kelch und Gynoecium aus gleich viel Gliedern bestehen (*D. procerum*, *trichostylum*, *cauliflorum*, lauter Arten mit viergliederigen Blüthen), zeigt auch *D. ptychocarpum* episepale Stellung der Fruchtblätter (resp. Fruchtfächer), ein Verhältniss, welches Bentham und Hooker (Gen. I, p. 328) für *Cipadessa* (*Mallea*), *Quivisia*, *Turraea*, *Munronia* und *Sandoricum*, C. De Candolle weiter noch für *Elutheria* (Monogr. Meliac. p. 410) als eigenthümlich hervorheben. Grosse Aehnlichkeit mit *D. macrothyrsum* besitzt ferner unsere Pflanze in der Gestaltung

Digitized by Google

der Frucht, im Baue der dicken, zahlreiche Gruppen von Sklerenchymzellen einschliessenden Fruchtwandung, deren äussere Partie nahe der Fruchtbasis bei *D. ptychocarpum* auch Harzzellen führt, in der Anheftungsweise der arilluslosen Samen ihrer ganzen inneren Fläche nach, in dem (auch bei Arten anderer Meliaceen-Gattungen, z. B. *Chisocheton paniculatum, Sandoricum borneense*, zu beobachtenden) Vorkommen zahlreicher Harzzellen in der Samenschale nahe dem Nabel[11]), so dass dieser Theil manchem als eine Art Arillus erscheinen kann (s. F. v. Müller a. a. O.), in dem niedrigen vierzähnigen Kelche, endlich auch in habituellen Charakteren: in der Beschaffenheit der Inflorescenzen, der Blätter und Zweige. Die Inflorescenzen sind länger als die Blätter, wenigästige Rispen, oder astlos und traubenförmig, mit locker gestellten, nahezu decussirten Blüthen, welche an den schmalen Seiten der (wie bei *Sandoricum borneense*) unter jedem Blüthen- oder Astpaare in wechselnder Richtung zusammengedrückten Rhachis inserirt sind, mit kleinen pfriemlichen Bracteen und eben solchen Bracteolen, welch letztere an dem unteren Theile des in seiner Mitte gegliederten Blüthen- resp. Fruchtstieles ein transversales oder überdiess, wenn der Fruchtstiel in einen Inflorescenzast überzugehen sich anschickt, noch ein oberes, median gestelltes Blattpaar bilden, und über welchen die 4 Kelchblätter stets in aufrechtem Kreuze einsetzen. Die Blätter sind abgebrochen gefiedert, meist dreijochig, die Blättchen breit elliptisch, die Zweige mit faltiger Rinde rothbraun, wie die Blättchen, alle diese Theile ursprünglich

11) Bei *D. macrothyrsum* finden sich solche Harzzellen auch an der Rückenfläche des Samens. Bei *D. ptychocarpum* ist das Harz zum Theile in Form hohler Körner abgelagert, welche den von Wiesner (Sitzungsber. d. Wiener Akad., LII, 2, 1865, p 119) als „Harzmehl" beschriebenen ähnlich erscheinen und durch doppelte Lichtbrechung ausgezeichnet sind.

Digitized by Google

mit zweiarmigen Haaren besetzt, zuletzt fast vollständig kahl. Aehnliche Haare (an die von *Matayba paucijuga* und *glaberrima* erinnernd) finden sich auch an den Blüthentheilen, an Kelch und Frucht. Den Meliaceen scheint überhaupt nicht selten eine Neigung zur Bildung zweiarmiger Haare, an den Blättern sowohl als an den Blüthentheilen, zuzukommen, welche oft nur schwach hervortritt (ähnlich wie bei *Matayba arborescens* und *floribunda)* in einer einseitigen sackartigen Erweiterung der Haarbasis hart über der Insertionsstelle (Haare der Frucht von *Sandoricum indicum* und *Chisocheton paniculatus*, der Blumenblätter von *Dasycoleum philippinum)*, in anderen Fällen aber in verschiedenem Masse deutlich ausgeprägt ist, so dass Haare mit ungleich langen oder selbst mit gleichlangen Armen auftreten (Discus von *Amoora Balanseana*, Kelch von *Dysoxylum procerum*, Frucht und Kelch von *Dysoxylum macrothyrsum* und *ptychocarpum*). In manchen Fällen (z. B. bei *Dysoxylum procerum* an der Innenseite des Discus tubulosus) beruht die von C. De Candolle (a. a. O. p. 412) hervorgehobene rückwärts gerichtete Behaarung gewisser Blüthentheile lediglich darauf, dass an derartigen zweiarmigen Haaren der untere Arm stärker ausgebildet wird, während sonst meist der obere Arm als der längere erscheint (Frucht und besonders Griffelbasis von *Dysoxylum macrothyrsum* und *ptychocarpum)*.

Ausgezeichnet ist *Dysoxylum ptychocarpum* gegenüber *D. macrothyrsum* besonders durch die schon von F. v. Müller in dem Beinamen der Pflanze hervorgehobenen, faltenartigen (ähnlich wie bei *Dysoxylum binectariferum* und *Amoora Chittagonga*, nur schärfer ausgebildeten) Rippen der hier kaum gestielten Frucht, welche bei *D. macrothyrsum* kaum angedeutet sind, und von welchen vier mit einer schwachen Längsfurche versehene, stärker behaarte, aber nicht gerade am stärksten vorspringende (entsprechend den vier Furchen

Digitized by Google

der Frucht von *D. macrothyrsum*) die Mitellinie der Fruchtblätter (resp. Fruchtfächer) bezeichnen. Ob die Frucht (der einen und der anderen Art) schliesslich aufspringe, muss ich dahin gestellt sein lassen. Die Fruchtfächer von *D. ptychocarpum* enthalten 2 neben dem inneren Fruchtfachwinkel den Scheidewänden in ungleicher Höhe aufgewachsene epitrop anatrope Samenknospen mit über der Insertionsstelle gelegener Micropyle, von denen nur eine zum Samen sich entwickelt. Bei *D. macrothyrsum* fand ich übereinstimmend mit Miquel's Angabe nur eine Samenknospe in jedem Fruchtfache, während C. De Candolle (a. a. O. p. 486) von deren zweien spricht. Die stärkemehlerfüllten Cotyledonen sind übereinander liegend, der untere grösser; das kleine zwischen die Cotyledonen zurückgezogene Würzelchen ist gegen die Placenta gekehrt. Weiter ist *D. ptychocarpum* dadurch ausgezeichnet, dass die bald opponirten, bald alternirenden Blättchen weniger derb und an der oberen Fläche mit sehr deutlichen, zerstreut stehenden, eingedrückten und zugleich durchsichtigen Linien besetzt sind. Besonders in letzterem Stücke scheint die Pflanze dem bisher nur in Blüthenexemplaren bekannt gewordenen (von mir selbst aber nicht gesehenen) *Dysoxylum Klanderi* F. Müll. (Fragm. V, 1865—66, p. 176) ähnlich zu sein, für das aber der Fruchtknoten als kahl beschrieben wird, und das F. v. Müller in den vorliegenden Fruchtexemplaren wohl wieder erkannt haben würde, wenn dieselben wirklich zu dieser Art gehören würden. Im übrigen stimmt die Structur der Blättchen ganz mit der von *D. macrothyrsum* überein, auch hinsichtlich des Vorkommens kleiner eingesenkter Drüsen an der oberen Fäche.

Im Anschlusse an die mancherlei im Vorausgehenden berührten Structurverhältnisse gewisser Meliaceen mag hier auch noch des bei Arten von *Dysoxylum (D. acutangulum, cyrtobotryum, macrocarpum)* zu beobachtenden Vor-

Digitized by Google

kommens von dickwandigen, einfachen oder verästelten Sklerenchymzellen, sogenannten Spicularzellen, gedacht sein, welche, wie bekanntlich bei manchen Proteaceen, Ternströmiaceen und Nymphaeaceen, Strebepfeilern gleich das Diachym des Blattes von der einen Blattfläche zur anderen durchsetzen und am getrockneten Blatte beträchtliche Erhebungen bilden, viel beträchtlicher als diess durch grosse (in ähnlicher Weise wie bei *Citrus* auftretende) Krystalle im Blatte derselben sowohl, als auch vieler anderen Arten veranlasst wird. Am stärksten sind diese Spicularzellen bei *Dysoxylum acutangulum* ausgebildet, fast so stark wie die, welche ich gelegentlich bei *Moutabea* beobachtet habe, bei der sie das grüne Parenchym des Blattes in dem Masse verdrängen, dass sie unter der Lupe als feine durchsichtige Punkte sich darstellen, ähnlich wie bei vielen Rhamneen grosse, das Blattfleisch durchsetzende, in besonderen Zellen enthaltene Krystalle. Ausser bei den angeführten Arten von *Dysoxylum* finde ich die in Rede stehenden Spicularzellen noch reichlich ausgebildet bei einer aus Buitenzorg mir zugekommenen, von Teysmann auf Timor gesammelten Pflanze (Herb. Hort. Bog. n. 10799), welche nach der Beschaffenheit ihrer Blättchen gleichsam in der Mitte steht zwischen *Dosoxylum acutangulum* und *macrocarpum*, und welche ich, obwohl nur steriles Material vorliegt, der gleichen Gattung als *Dysoxylum foveolatum* einzureihen kein Bedenken trage. Sie schliesst sich an *D. acutangulum* an durch die dicklichen Blättchen, in deren Parenchym die Seitennerven gleichsam verborgen liegen, durch die beim Trocknen in Folge der Unnachgiebigkeit der Spicularzellen stark runzelig werdenden Blattflächen und durch das reichliche Vorkommen von eingesenkten Drüsen auf beiden Blattflächen (s. unten); unterscheidet sich aber davon durch die nicht opponirten, wenn auch genäherten Blätter und durch die starke Verbiegung, welche

der Mittelnerv beim Trocknen in noch höherem Grade als z. B. bei *Dysoxylum macrocarpum* erfährt. Ausgezeichnet ist die Pflanze vor allen mir bekannt gewordenen *Dysoxylum*-Arten durch das Vorkommen von seichten, am Rande bebärteten Grübchen etwas nach aussen von den Achseln der Seitennerven. Sie mag kurz folgendermassen charakterisirt sein:

Dysoxylum foveolatum Radlk.: Rami striati petiolique pube pulverulenta cinerascentes; folia subopposita, abrupte pinnata, 5-juga; foliola subopposita, oblonga, retusa, basi acuta, margine (siccitate) undulata, multinervia, nervo mediano (siccitate) flexuoso, nervis lateralibus utrinque 24—30 debilibus aegre perspiciendis, subcoriacea, cellulis, ut ajunt, spicularibus instructa, impunctata, (siccitate) tenuiter rugulosa, grabra, nec nisi glandulis immersis utrinque obsita et subtus circa foveolas axillis nervorum juxtapositas barbata, breviter petiolulata; petiolus semiteres, supra planus, acutangulus, rhachi dimidia longior; flores — ? Timor: Teysmann (Herb. Hort. Bogor. n. 10799).

Die für *D. foveolatum* und *acutangulum* eben erwähnten, in kleine Vertiefungen des Blattes eingesenkten Drüsen mit einer kurzen Stielzelle und zwei- bis fünfzelligem, gewöhnlich rothbraun gefärbtem Köpfchen finden sich in geringerer Zahl auch bei den anderen, ihrer Spicularzellen halber oben angeführten Arten *(D. cyrtobotryum* und *macrocarpum*), ausserdem auch bei Arten ohne Spicularzellen, z. B. *D. Turczaninowii* C. DC., und mehr nur an der oberen Blattseite bei *D. macrothyrsum* und *ptychocarpum*. Miquel welcher diese Drüsen nur bei *D. acutangulum* und auch hier nur an der Unterseite des Blattes bemerkt hatte, wurde dadurch, aber ohne ausreichenden Grund, wie man im Hinblicke auf die weiter hier genannten Arten erkennt, veranlasst, die Pflanze als eine fragliche Aurantiacee zu bezeichnen. Nebenbei mag noch bemerkt sein, dass manche

Digitized by Google

Arten von *Dysoxylum* durch Auftreten der Spaltöffnungen auch auf der Oberseite der Blättchen ausgezeichnet sind; so das vorhin genannte *D. Turczaninowii*; ferner *D. costulatum* Miq., wenn ich mit Recht auf dieses eine von Teysmann auf Sumatra gesammelte Pflanze (Herb. Hort. Bogor. n. 4437) beziehe, welche zugleich durch die papillöse Beschaffenheit der Blattunterseite nach Art vieler Nephelieen und gewisser Cupanieen (s. ob. p. 482) als eigenthümlich erscheint.

Schliesslich mag in diesem Zusatze, in dessen Eingang die Gattung *Harpullia* berührt ist, einer Pflanze, soweit möglich, ihr Platz angewiesen sein, welche zu dieser Gattung gehört und welche mir in der ersten Hälfte dieses Jahres durch Beccari zugekommen ist:

Harpullia angustifolia Radlk., subgeneris „Euharpullia", sectionis „Thanatophorus" (Radlk. de Sapindaceis Indiae batavae p. 52), maxime affinis H. ramiflorae Radlk. (ibid. p. 54), a qua differt thyrsis in axillis foliorum solitariis (in ramulo obvio certe), nec non foliolis dimidio angustioribus elongatis ovato-lanceolatis latitudine sua subquadruplo longioribus. Forsan, si rami vetustiores quoque thyrsigeri, mera H. ramiflorae forma angustifolia.—In Novo-Guinea ad flumen Fly-River fructiferam legit D'Albertis ao. 1876.

22. Bei *Cupaniopsis myrmoctona* findet sich im Hb. Webb folgende Bemerkung von Labillardière's Hand: „J'ai remarqué, que l'espèce présente tuait des grosses fourmis par le simple contact." Darnach habe ich den Namen gewählt (von μύρμος = μύρμηξ, Ameise). Labillardière hat die Pflanze nicht publicirt. Sie hat bei oberflächlicher Betrachtung einige Aehnlichkeit mit seiner *Cupania glauca*, d. i. *Guioa glauca*, von der sie aber, abgesehen von allem anderen, durch das tomentose Endocarp leicht zu unterscheiden ist. Auch mit *Guioa microsepala*

hat die Pflanze habituelle Aehnlichkeit. Auffallend ist es, dass die Pflanze in neuerer Zeit nicht wieder gesammelt worden ist, sondern nur nächst verwandte, aber deutlich verschiedene Arten, *C. fruticosa* etc.

23: Zusatz zur Gattung Dictyoneura.

23. Uebersicht der Arten von

Dictyoneura Bl.

1) D. acuminata Bl.: Foliola ad 12, lanceolata, acuminata, subserrata. — Borneo: Korthals; Buru: Binnendijk (Hort. Bog. n. 14346; cf. Holländ.-ind. Sapindac., p. 91).

2) D. obtusa Bl.: Foliola 12—20, parvula, 4 cm vix excedentia, oblique oblonga, obtusa, apice crenulata. — N.-Guinea: Zippel.

24—25: Zusätze zur Gattung Elattostachys.

24. Uebersicht der Arten von

Elattostachys Radlk.

× Antherae ochraceo-subfuscae (in E duplicato-serrata non visae)

\+ Foliola 2—6, in axillis nervorum patulorum foveolata, circa foveolas barbata

1) E. xylocarpa Radlk.: Foliola ovalia, plerumque anguloso-dentata, subtus puberula, sicca subfusca, nervis lateralibus ex parte supra medium dichotomis, ad dichotomias (i. e. in axillis secundariis) quoque foveolata et barbata; petioli ramique juniores sufferugineo-tomentosi. — Australia orientalis: Cunningham etc.

2) E. nervosa Radlk.: Foliola elliptico-oblonga vel lanceolata, anguloso-dentata vel subintegerrima, minus crebre foveolata, sicca subfusca, subtus opaca, glabra;

Digitized by Google

petioli ramique juniores minutim tomentelli. — Australia orientalis: Thozet etc.

3) E. Bidwilli Radlk.: Foliola ex ovali oblonga, integerrima vel raridentata, rarifoveolata, sicca atrofusca, utrinque nitidula, glabra; petioli ramique juniores minutim tomentelli. — Australia orientalis: Bidwill.

\+ + Foliola 3—8, obscurius foveolata, attamen in axillis nervorum arcuato-adscendentium minutim barbata

4) E. Zippeliana Radlk.: Foliola elliptica vel elliptico-lanceolata, integerrima vel serrato-dentata, subtus ad nervos nec non petioli ramique hirtella. — Novo-Guinea: Zippel; Celebes (cf. holländ.-ind. Sapindac. p. 43): Teysmann (Hort Bog. n. 5719, Menado); Riedel (Hort. Bog. n. 5828, Menado, vulgo „Pamelenam rangdang"; Gorontalo).

5) E. duplicato-serrata Radlk.: Foliola lanceolata, duplicato-serrata, subtus ad nervos nec non petioli ramique molliter pubescentia. — Sumatra? Celebes?: de Vriese.

\+ + + Foliola 4—9, nec foveolata nec barbata

6) E. verrucosa Radlk: Foliola ovato-lanceolata, integerrima vel subdentata, glabra, nervis patulis; rami juniores pulverulento-tomentelli. — Java: Blume (Cup. distachya); Celebes: Beccari it sec. n. 33; Timor: Spanoghe; ins. philip.: Cuming n. 1237.

× × Antherae ex atro-purpureo nigricantes (in E. vitiensi non visae); foliola ovato-lanceolata

\+ Foliola 6—12, inciso-serrata

7) E. incisa Radlk.: Foliola subtus ad nervum medianum pilosiuscula, nec foveolata nec barbata, siccitate nigricantia; petioli ramique juniores flavido-hirsuti. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 432; Pancher (c. indic. „Mus. Néocal. n. 219, Vieillard n. 2411", coll. lign. n. LXXVI, Calédonie et île des Pins); Balansa n. 143 (pr. Nouméa).

+ + Foliola 3—9, integerrima, glabra, ad paginam superiorem hypodermate instructa

* Foliola, praesertim inferiora, basi in axillis nervorum (lateris exterioris) glandula una alterave urceolata (foveola) notata

8) E. falcata Radlk.: Foliola anguste ovato-lanceolata, sublinearia, inaequilatera, falcatim curvata, in acumen acutissimum sensim angustata, supra et praesertim subtus opaca, siccitate subfusca; fructus basi acutati, endocarpio flavido-villoso. — Ins. vitienses: Wilkes Exped.; Seemann n. 70.

9) E. apetala Radlk.: Foliola latiuscule ovato-lanceolata, inaequilatera, interdum abbreviata et oblique ovata, plus minus falcatim curvata, subacuta, utrinque nitidula, siccitate fuscescentia, denique fusco-nigra, strato hypodermatis duplici instructa; fructus basi acutiusculi, endocarpio flavido-villoso.

Forma 1. genuina: Folia, foliola, fructus mediocres. — Novo-Caledonia: Labillardière; Deplanche sine no. (Lifu; vulgo „Mako", quod nomen vero no. 13 quoque collectionis Deplanche, i. e. Alectr. carinat. adscriptum invenitur), n. 444, n. „281 D — 208? Vieill."; Vieillard n. 207 (Wagap), n. 208 (Balade), n. 729; Pancher n. 789 (ins. Pin.); Balansa n. 142, 142a, 1446; 2258; Thibaut n. 289 (ao 1865).

Forma 2. robustior: Omnes partes majores, rhachis foliorum 3 dm longa, foliola 16 cm longa, 8 cm lata, fructus 18 mm longi, 16 mm lati. — Novo-Caledonia; Balansa n. 2259.

* * Foliola efoveolata

10) E. vitiensis Radlk.: Foliola e basi late ovata oblongo-lanceolata, subacuminata, acumine obtuso, utrin-

Digitized by Google

que nitida, siccitate subfusca; fructus basi acutati, endocarpio purpureo-villoso. — Ins. vitiens.: Seemann n. 68.

25. Die Arten von *Elattostachys* besitzen alle einen kahlen Discus. Mehrere derselben stehen einander so nahe, dass erwartet werden kann, ein reicheres Material werde manche derselben durch Zwischenformen vollständig verknüpfen und ihre Vereinigung in eine Art ermöglichen. Für *E. xylocarpa*, *nervosa* und *Bidwilli* hat das F. v. Müller schon angedeutet (Fragm. IX, 1875, p. 96); doch möchte ich nach den mir bekannt gewordenen Materialien ihre Unterscheidung nicht sofort aufgeben. Sehr nahe rücken sich auch die Exemplare von *E. Zippeliana* mit sägezähnigen Blättchen aus Celebes und *E. duplicato-serrata*, welch letztere wahrscheinlicher auch auf Celebes als auf Sumatra von de Vriese, welcher mit Teysmann reiste, gesammelt worden ist. Auch *E. falcata*, *apetala* und *vitiensis* nähern sich einander sehr; doch habe ich bei einem reichen Materiale von *E. apetala* stets ein zweischichtiges Hypoderm (wie oben erwähnt) gefunden, bei *E. falcata* und *vitiensis* aber, die ausserdem einander weniger ähnlich sind, ein einschichtiges.

Für *E. apetala* beruht der Artbeiname ebensowenig auf richtiger Beobachtung als für *Matayba apetala*. Es sind Blumenblätter vorhanden, auch bei den Originalien von Labillardière, welchem sie nur entgangen sind. Das Vorkommen grubiger Drüsen ist bei dieser Art unbeständig, und scheint hier wie anderwärts ihr Auftreten von Insecten veranlasst oder doch ihre Ausbildung von solchen unterstützt zu werden. Ob der oben angeführte Name „Mako" hieher oder zu dem mit *E. apetala* bei oberflächlicher Betrachtung allerdings leicht zu verwechselnden *Alectryon carinatum* (s. Uebers. d. holl.-ind. Sapindac. p. 49, 93) gehöre, muss ich dahingestellt sein lassen.

26—28: Zusätze zur Gattung Eriocoelum.

26. Uebersicht der Arten von

Eriocoelum Hook. f.

1) E. racemosum Bak.: Inflorescentiae eramosae, racemiformes; foliolorum nervus medianus supra subglaber. — Guinea superior: Mann n. 807.

2) E. paniculatum Bak.: Inflorescentiae ramosae, paniculiformes; foliolorum nervus medianus supra tomentoso-pilosus. — Guinea superior: Mann n. 976.

27. Von der ersteren Art sind nur Blüthenexemplare, vorzüglich mit männlichen Blüthen, von der letzteren besonders Fruchtexemplare vorhanden. Die oben angegebenen und die noch weiter von Baker berührten Unterschiede sind nicht sehr erheblicher Natur, und es ist nicht unmöglich, dass wir es in dem vorliegenden Materiale nur mit Theilen mehr oder weniger kräftiger Pflanzen ein und derselben Art zu thun haben. Baker (wie Hooker f.) gibt in der Gattungscharakteristik an: Ovary not seen in the female flower. Nach einem Exemplare von Mann n. 807 mit weiblichen Blüthen im Herb. Paris. lässt sich diese Lücke ausfüllen: Der Fruchtknoten ist eiförmig, stumpf dreikantig, dicht rothbraun behaart, dreifächerig, die Fächer innen noch ganz kahl, mit je einer Samenknospe versehen, welche von der Mitte des inneren Winkels sich erhebt; der Griffel kömmt an Länge dem Fruchtknoten gleich, ist ebenfalls behaart und endet in eine einfache, sehr kurze, stumpfe Narbe. Die Blumenblätter beschreiben Baker und Hooker in der Gattungscharakteristik als mit zwei Schuppen versehen. Ich habe (bei *E. racemosum*) nur eine schwach ausgerandete Schuppe gesehen, die aber wohl gelegentlich tiefer getheilt, respective in 2 gespalten sein mag. Die Schuppe ist breiter als das an Länge sie ungefähr um das

Doppelte übertreffende, linear-lancettliche Blumenblatt selbst und an dessen Basis seiner ganzen Breite nach mit ihm verwachsen. Wäre das Blumenblatt auch an den Seitenrändern mit der Schuppe verwachsen, so würde die auch so schon hervortretende Aehnlichkeit mit den Blumenblättern von *Blighia sapida* eine überraschende sein. Die breite Verwachsungsstelle von Blumenblatt und Schuppe, aus deren Mitte der kurze Nagel hervortritt, erinnert einigermassen an die Blumenblätter von *Lepidopetalum*, bei denen aber die Schuppe das Blumenblatt nicht blos an Breite, sondern gewöhnlich auch an Länge übertrifft.

28. Erst bei der Bestimmung der Stellung von *Eriocoelum* zu den übrigen Cupanieengattungen bin ich darauf aufmerksam geworden, dass Baillon seine wesentlich von der Hooker's und noch mehr von der Baker's abweichende Charakterisirung der Gattung *Eriocoelum* („Petala 0 vel 5; discus annularis duplex" etc., Baillon Hist. d. Pl. V, 1874, p. 399) nicht auf die zwei von Baker (in Oliver, Flora trop. Africa, I, 1868, p. 427, 428) beschriebenen Arten, auf welche er dabei hinweist, gestützt hat, sondern, wie aus dem Inhalte des Pariser Herbares des näheren zu ersehen ist, auf zwei von *Eriocoelum* und unter sich generisch verschiedene Pflanzen, in welchen er die ohne Angabe der oben angeführten Collectionsnummern veröffentlichten Arten Baker's zu erkennen glaubte. Es sind das jene zwei Pflanzen, welche ich zum Theile nach den von Baillon selbst benützten Materialien des Pariser Herbares in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc., p. 332, 333 unter den Namen *Placodiscus turbinatus* (coll. Mann sine no. in Hb. Par.) und *Lychnodiscus reticulatus* (coll. Mann n. 1422, Hb. Kew., Par.) als Typen neuer Gattungen bezeichnet habe. Es ist also jeder dieser Gattungen nachträglich das Synonym beizufügen: *Eriocoelum* (non Hook. f.)

Digitiz

Baill., partim, und jeder der beiden Arten: *Eriocoelum sp.* Baill. (non Baker). Die beiden Arten tragen auch im Pariser Herbare von Baillon's Hand die Bezeichnung „*Eriocoelum*", wovon früher keine Erwähnung zu geschehen brauchte, was aber jetzt von Belang ist. Auf die erstere dieser beiden Pflanzen, *Placodiscus turbinatus*, bezieht sich offenbar die oben erwähnte (auffallender Weise auch bei Hooker f., nicht aber bei Baker sich findende) Angabe Baillon's „Petala nulla", auf die andere, *Lychnodiscus reticulatus*, die Angabe „Discus duplex".

Von der Gattung *Placodiscus* ist mir inzwischen in Fragmenten, welche aus Kew dem Berliner Herbare zugegangen sind, eine neue Art bekannt geworden, deren kurze Charakteristik hier angereiht sein mag:

Placodiscus leptostachys Radlk.: Foliola 9–? (Oliver in lit.), elliptica, circ. 18 cm longa, 8 lata, acuminata, basi in petiolulos longiores abruptius coarctata, integerrima, chartacea, insigniter reticulato-venosa, glabra, supra nitidula, e viridi fuscescentia, non nisi diachymatis rupturis siccitate ortis) obscure pellucide lineolata, epidermide non mucigera; thyrsi 24—40-centimetrales, terni pluresve in ramulis brevissimis (adventiciis?) congesti, spiciformes, dichasiis in cincinnos abeuntibus numerosis 5—13-floris glomeruliformibus obsiti, rhachi sulcato-angulosa pulverulento-puberula, bracteis bracteolisque subulatis brevissime tomentellis; alabastra subglobosa, diametro 1,5 mm, pedicellis vix longioribus suffulta; discus fusco-pubescens; stamina 8, subglabra; rudimentum germinis trigonum, pilis fuscis hirsuto-tomentosum — (flores hermaphroditi non suppetebant, neque fructus). Africa tropica occidentalis: Mann n. 2150 (1859—63; ex Hb. Kewensi comm. c. Hb. Berol.).

Dass mehrere untergeordnete, früher in dem Gattungscharakter aufgeführte Momente (z. B. Kahlheit des Discus etc.) nunmehr in den Artcharakter der damals allein in Be-

trachtung gewesenen Art, *Placodiscus turbinatus*, zu übertragen sind, ergibt sich aus dem Gesagten von selbst.

29: Zusatz zur Gattung Gongrodiscus.

29. Uebersicht der Arten von

Gongrodiscus Radlk.

1) G. sufferugineus Radlk.: Folia 3—5-juga, 2—4 dm longa; foliola obovato-oblonga oblongave, 5—12 cm longa, basi inaequaliter in petiolulos sat longos attenuata, coriacea, subtus dense sufferugineo-tomentella; petioli ramique tomentosi. — Novo-Caledonia: Pancher c. indic. „Vieillard 2390" (in monte Dore); Balansa n. 557 (pr. Nouméa), n. 2123, 3008 (pr. la Conception).

2) G. parvifolius Radlk.: Folia 2—3-juga, 6—7 cm longa; foliola obovata, 2—4 cm longa, obtusa retusave, in petiolulos subaequaliter attenuata, margine revoluta, rigide et crassiuscule coriacea, juniora subtus adpresse chryseo-puberula, adultiora plus minus decalvata, cinerascenti-glaucescentia; petioli ramique dense pulverulento-puberuli. — Novo-Caledonia: Balansa n. 3010 (inter Ounia et lacum Arnaud).

30—39: Zusätze zur Gattung Guioa.

30. Uebersicht der Arten von

Guioa Cavan.

Sectio I. Euguioa: Sepala late imbricata, exteriora breviter ovata, obtusa, interiora suborbicularia; discus annularis, aequalis vel rarius paullulum inaequalis et obliquus (in pluribus G. diplopetalae speciminibus); flores plerumque majusculi, rarius parvi (G. acutifolia).

× Foliola subtus minutim tuberculato-papillosa (inde opaca, glaucescentia)

+ Rhachis foliorum superne marginata

1) G. lentiscifolia Cav.: Foliola 5—7, opposita, ovato-elliptica, inaequilatera, subfalcata, crebre pellucide punctata, basi in axilla nervi lateralis exterioris foveola urceolata instructa. — Ins. amicor.: Cavanilles (Hb. Juss. n. 11401; Hb. Ventenat, nunc Deless.).

+ + Rhachis foliorum nuda

* Foliola inaequilatera

2) G. rhoifolia Radlk.: Foliola 5—11, anguste ovato-lanceolata, falcata, punctis pellucidis perraris vel vix ullis notata, 1-foveolata. — Ins. vitienses: Wilkes Exped.; Seemann n. 69.

* * Foliola subaequilatera, vix curvata, membranaceo-coriacea

○ Foliola utrinque acuta, elliptico-lanceolata

3) G. acutifolia Radlk.: Rami, petioli foliolaque subglabra; foliola 2—6, vix vel ne vix pellucide punctata, basi saepius 1-foveolata; flores parvi. — Amboina: Labillardière (Hb. Webb.); N.-Guinea et ins. Key: Beccari it. sec. n. 7′ 7″ 7‴; Australia orientalis: Dallachy.

4) G. lasioneura Radlk.: Rami, petioli nec non foliola in nervis supra subtusque ferrugineo-hirsuta; foliola 2—5, sparsim pellucido-punctata, efoveolata; flores mediocres, calyce hirsuto. — Australia orientalis: Dallachy (Rockingham Bay).

○ ○ Foliola ex obovato-oblongo subcuneata

5) G. semiglauca Radlk.: Rami, petioli foliolaque subglabra; foliola 2-6, dense pellucido-punctata, efoveolata; flores mediocres, calyce (praeter marginem ciliolatum) glabro. — Australia orientalis, Tasmania.

* * * Foliola aequilatera, rigide coriacea

G. glauca — cf. Sect. II.

× × Foliola utrinque laevia

+ Rhachis foliorum alato-marginata; foliola 12—20

6) G. venusta Radlk.: Foliola 14 – 20, ovato-lanceolata, parva, 2—4 cm longa, punctis lineolisque pellucidis parvis crebris notata. — N.-Guinea: Beccari it. sec. n. 5 (ins. Tobi pr. Surui).

7) G. Minjalilen Radlk. (Discus non visus): Foliola circ. 15, lineari-lanceolata, 6—11 cm longa, impunctata. — Java.

+ + Rhachis foliorum nuda; foliola plerumque 4—8

* Foliola (praesertim basi) inaequilatera, plus minus falcatim curvata

○ Foliola utrinque acuta, elliptica vel lanceolata

8) G. fuscidula Radlk.: Rami petiolique breviter tomentosi; foliola elliptica, praesertim subtus pubescentia, dense pellucido-punctata, vix foveolata. — Tenasserim: Helfer n. 993.

9) G. squamosa Radlk: Rami petiolique pulverulento-puberuli; foliola sublanceolata, subglabra, plerumque impunctata, in axillis nervorum saepius foveolata.

Forma 1. genuina: Foliola impunctata. — Penang: Wallich Cat. n. 8550, 8097.

Forma 2. lineolato-punctata: Foliola punctis lineolisque pellucidis notata. — Tenasserim: Helfer n. 983.

○ ○ Foliola ovato-lanceolata, subfalcata

10) G. subfalcata Radlk. (Discus non visus): Foliola concoloria, fusca, subcoriacea, sparsim pellucide punctata, 1-foveolata — Ins. navigatorum (Upolu): Wilkes Exped.

11) G. gracilis Radlk.: Foliola plerumque 6, subtus pallidiora, submembranacea, crebre minutim pellucido-punctata, plerumque 1-foveolata, rarius efoveolata vel plurifoveolata. — Novo-Caledonia: Vieillard n. 235 (Balade); Pancher c. ind. „Mus. Néocal. n. 224"; Balansa n. 146 (Nouméa).

* * Foliola subaequilatera, vix curvata

Digitized by Google

○ Foliola impunctata; fructus materia spumificante destitutus

12) G. ovalis Radlk.: Foliola 2—6, ovalia, utrinque subacuta vel apice obtusiuscula, immo emarginata, interdum subtridentata, saepius 1-foveolata; flores majusculi. — Novo-Caledonia: Balansa n. 1448 (pr. Bourail).

13) G. diplopetala Radlk.: Foliola 6—11, oblongo- vel lineari-lanceolata, acuminata, coriacea, nervis lateralibus arcuato-adscendentibus, obscurius plurifoveolata.

Forma 1. genuina: Foliola integerrima, supra subtusque opaca, nervis lateralibus sat validis subtus valde prominentibus insigniter arcuatis. — Penang; Sumatra: Korthals, Zolling. n. 771 z (prov. Lampong); Bangka: Teysm. (Hort. Bog. n. 14458, 14548); Java: Zolling. n. 3662,2; Moluccae: de Vriese, Teysm.

Forma 2. dentata: Foliola remote crenato-dentata; reliqua ut in F. 1. — Sumatra: Teysm. (Hort. Bog. n. 3741).

Forma 3. microcarpa: Folia subtus nitidula, ceterum ut in F. 1; fructus fere dimidio minores ac in F. 1. — Celebes (Lepo-Lepo pr. Kandari): Beccari it. sec. n. 6.

Forma 4. borneensis: Foliola longius acuminata, subtus nitida, nervis lateralibus debilioribus. — Borneo: Korthals.

○ ○ Foliola pellucide punctata; fructus spumam efficiens

14) G. patentinervis Radlk.: Foliola 4—8, ex oblongo lanceolata, in acumen longiusculum obtusum protracta, chartacea, nervis lateralibus patentibus, dense minutim pellucido-punctata, plerumque 1-foveolata. (Sepala magis petaloidea quam in G. diplopetala.) — Moluccae: de Vriese & Teysm. (ins. Buru); Teysm. (Amboina, Hila; Hort. Bog. n. 1889).

15) G. leptoneura Radlk.: Foliola 2—6, lanceolata, utrinque acuta, vix acuminata, subcoriacea, nervis lateralibus gracilibus subtus vix prominentibus patulis, pellucide punctata, efoveolata vel interdum 1-foveolata. — Celebes: Beccari it. sec. n. 7'''' (Lepo-Lepo pr. Kandari); Riedel (Gorontalo).

Sectio II. Hemigyrosa (Genus Hemigyrosa Bl., spec. excl.): Sepala late imbricata, exteriora breviter ovata, obtusa, interiora suborbicularia; discus interruptus et quidem plerumque semilunaris, rarius inaequalis tantum vel inaeqaliter lobatus (interdum in G. pleuropt. et G. rigidiusc. nec non in G. glaucae f. genuina et in G. villosa); flores majusculi.

× Foliola subtus minutim tuberculato-papillosa (inde opaca, glaucescentia), rarissime subepapillosa (in nonnullis G. villosae speciminibus)

\+ Rhachis foliorum superne alata vel certe marginata

* Rami petioli foliolaque subtus nec non supra in nervis flavido-pubescentia

16) G. pleuropteris Radlk.: Rhachis foliorum plerumque insignius alata; foliola 6—10, pellucide punctata, efoveolata. — Borneo: Korthals; Pulu Condor: Lanessan; ins. Natunas et Anambas: Baume n. 270 (Hb. Par.); Sumatra: Teysm. (Palembang; vulgo „Kajoe loeloep"; Hort. Bog. n. 3654); Malacca: Maingay n. 442 (Cup. pleuropt. β apiculata Hiern).

** Rami petioli foliolaque glabrata, pilis vix ullis adspersa

17) G. bijuga Radlk.: Rhachis foliorum apicem versus sensim dilatata et marginata; foliola 2—4, pellucide punctata, basi plerumque 1-foveolata. — Malacca: Wallich Cat. n. 8094 (Cup. pleuropt. α bijuga Hiern); Griffith n. 984, Dr. Stolizka (Cup. Griffithiana Kurz).

+ + Rhachis foliorum nuda

* Foliola submembranacea

18) G. pubescens Radlk.: Foliola 6—13, elliptico- vel inferiora ovato-lanceolata, acuminata, basi valde inaequalia, in petiolulos sat longos abruptius attenuata, praesertim subtus petiolique ramique pilis adpressis flavidis dense sericeo-pubescentia, denique glabriuscula, impunctata, plerumque 1-foveolata. — Java: Zollinger n. 1105 (Sapind. pubesc. Z. & M.); Sumatra (Hort. Bog. n. 610, vulgo „Silaka", Arytera Silaka Miq.; n. 613 „Katjang Katjang"; n. 4400 „Kajoe hoeroen"); Bangka (Hort. Bog. n. 3249 „Poelis"); Malacca: Griffith n. 982, Maingay n. 436 (Cup. pallidula Hiern, ex Hiern in lit.).

* * Foliola rigide coriacea, margine plerumque revoluta

19) G. glauca Radlk.: Foliola plerumque 2—4, lanceolata, obovato-oblonga ellipticave, in petiolulos complanatos cuneatim abruptiusve attenuata, plerumque 6—10 cm longa, glabrata vel subtus pilis adpressis flavescentibus sericeo-pubescentia, saepius 1-foveolata; fructus valvae crassiusculae.

Forma 1. genuina: Fruticosa; foliola e lanceolato cuneata, impunctata, raro foveolata; flores, praesertim masculi, minores. — Novo-Caledonia: Labillardière; Vieillard n. 215, 314 (Balade); Pancher n. 784; Balansa n. 155 (Prony).

Forma 2. dendroides: Arborea; foliola majora, 10—14 cm longa, sparsim punctata, raro foveolata; flores minores. — Novo-Caledonia: Balansa n. 154 (pr. Nouméa), n. 2266 (Port-Bouquet), n. 2843 (in monte Mu).

Forma 3. psilocalyx: Fruticosa; foliola circ. 4, (subtus) densius pubescentia, punctis pellucidis grossiusculis adspersa, rarius subimpunctata, saepe foveolata; sepala vix basi puberula. — Novo-Caledonia: Deplanche

Digitized by Google

n. 277 (in monte Pum, Pic de Puebo); Balansa n. 3305; Pancher c. indic. „Mus. Néocal. 281" (nisi legendum 287).

Forma 4. trachycalyx: Fruticosa; foliola circ. 6, elliptica, in petiolulos longiores abruptius attenuata, subtus sericea, densius pellucide punctata, plerumque foveolata; sepala praeter margines adpresse pilosa. — Novo-Caledonia: Baudouin; Vieillard n. 776 (Calio); Balansa n. 1444 (pr. Bourail); Pancher.

20) G. villosa Radlk.: Foliola plerumque 6—8, obovata vel subelliptica, in petiolulos breves contracta, parva, foliorum superiorum certe 1,5—3 cm vix excedentia, praeter pubem teneram subtus in nervis nec non petioli ramique pilis longioribus patulis flavescentibus induta, inde partim villosa hirsutave, obscurius plurifoveolata, sparsim pellucide punctata, interdum vix papillosa; fructus valvae tenues.

Forma 1. subsericea: Foliola minora, saepius valde revoluta; petioli ramique subsericeo-villosi. — Novo-Caledonia: Vieillard n. 211 ex maxima parte, n. 212 (Balade, Gatope, Poila, Canala); Balansa n. 159 (Congui), n. 159, a (Prony), n. 159, b (Prony; specimen anomalum, foliolis subtus subepapillosis), n. 1452 (Nouméa), n. 2275, 2275, a (Port Bouquet), 2275, b (Canala), n. 3513 (Dotio).

Forma 2. dasyclados: Foliola majora; petioli ramique hirsuto-tomentosi. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 356 (St. Louis), sine no. (Port de France); Deplanche; Vieillard n. 211 partim, n. 214 (Balade; specimen anomalum foliolis subtus subepapillosis); Pancher c. indic. „Mus. Néocal. n. 217"; id. n. 787.

× × Foliola utrinque laevia (cfr. supra G. villosa)

\+ Fructus in stipitem insigniorem attenuati, margine loborum acuto

* Rhachis foliorum superne marginata

21) G. fusca Radlk.: Foliola plerumque 6, lanceolato-elliptica, utrinque acuta, fusca, sat dense minutim pellucido-punctata, plerumque plurifoveolata. — Novo-Caledonia: Baudouin n. 219 (Fort de France); Deplanche; Vieillard n. 226 (Titema); Pancher c. indic. „Mus. Néocal. n. 23; coll. lign. n. LXXX"; Balansa n. 152 (Nouméa), n. 2273 (la Conception), n. 2274 (Lifu).

* * Rhachis foliorum nuda

22) G. pectinata Radlk.: Foliola 2—6, lanceolata, utrinque subacuta, rigide coriacea, sicca superne nervis lateralibus numerosioribus parallelis prominulis pectinato-striata, dense pellucido-punctata, plerumque 1-foveolata; flores majores, pilosi. — Novo-Caledonia: Vieillard n. 213 (Balade), n. 2408, 2410 (Gatope); Balansa n. 3306 (in monte Pum); Thibaut (Arama).

23) G. Perrottetii Radlk.: Foliola 4—8, lanceolata, interdum subfalcatim curvata, utrinque acuminata, submembranacea, dense pellucido-punctata, plerumque 1-foveolata; flores sat magni. — Ins. philippinenses: Perrottet (Manilla); Haenke (Sorzogon); Llanos (loco accuratius non indicato; Hb. DC.).

\+ + Fructus supra stipitem brevissimum subito valde dilatati, plus duplo latiores quam alti, margine loborum tumido

24) G. rigidiuscula Radlk.: Foliola 6—8, ovato-lanceolata, acuminata, coriacea, rigidiuscula, punctis lineolisque pellucidis laxe adspersa, 1-foveolata. — N.-Guinea: Beccari it. sec. n. 8.

25) G. membranifolia Radlk.: Foliola 4-6, elliptica, acuminata, membranacea, obscurius sat dense pellucide punctata ac lineolata, plerumque 1-foveolata; paniculae singulae vel plures fasciculatae in ramis vetustioribus circ. 1 cm crassis. — N.-Guinea: Beccari it. sec. n. 9.

× × × Foliola —? Fructus alato-stipitati

Digitized by Google

26) G. pteropoda Radlk.: Fructus obovati, stipite 1-centimetrali adjecto 2 cm longi, 1 cm lati, loborum marginibus accutissimis deorsum in stipitis alas basin versus attenuatas continuatis. — N.-Guinea: Beccari it. sec. n. 16.

Sectio III. Dysguioa: Sepala anguste imbricata, exteriora triangularia, acuta, interiora anguste oblonga; discus annularis, interdum (praesertim in G. crenata) inaequalis vel interruptus; flores perparvi.

× Foliola subtus minutim tuberculato-papillosa

27) G. crenata Radlk.: Rhachis foliorum marginata; foliola plerumque 6—8, parva, 2 cm vix excedentia, ovalia, in petiolulos dilatatos attenuata, crenata, margine plus minus revoluta, rubro-fusca, juniora subtus adpresse puberula, pellucide punctata, obscurius 1- vel plurifoveolata. — Novo-Caledonia: Pancher c. indic. „Mus. Néocal. n. 609"; Balansa n. 1452 (Nouméa), 1452, a (inter Bourail et Canala), 2840 (in monte Mu).

× × Foliola utrinque laevia

28) G. microsepala Radlk.: Rhachis foliorum nuda; foliola 2—4, rhombeo-elliptica, utrinque acuta, rigide coriacea, fusca, dense pellucide punctata, plerumque 1-foveolata. — Novo-Caledonia: Pancher n. 5614; Balansa n. 2265 (Canala), 2842 (Dent de S. Vincent), 2842, a (in monte Mu), 3505 (in monte Humboldt).

NB. Hujus generis probabilissime species (an propria?) Sapindus Koelreuteria Blanco Ed. I (Koelreuteria arborea Blanco Ed. II).

31. Bei vielen *Guioa*-Arten treten die Inflorescenzen ebensowohl in den Achseln der Blätter auf, als an den unteren, entblätterten Theilen der Zweige, und zwar hier oft vorwiegend. Für die Charakterisirung der Arten erscheint deshalb die Stellung der Inflorescenzen gewöhnlich

nicht von Belang und konnte von Angaben darüber in der vorausgehenden Uebersicht Umgang genommen werden. Anders zeigte sich die Sache bei *G. membranifolia*, bei welcher nur die älteren der vorliegenden Zweige mit Inflorescenzen versehen sind, die jüngeren nicht. Es mag das gleiche oder das umgekehrte Verhältniss auch noch für einzelne andere Arten von Belang sein, doch fehlt zur Zeit das entsprechende Material, um ein Urtheil darüber zu gewinnen.

32. Bei vielen neucaledonischen Arten sind die Blätter ähnlich wie bei *Guioa glauca* mit einem weisslichen oder blaugrauen, reifartigen Ueberzuge auf der Oberseite bedeckt. Da aber bei derselben Art, ja bei Blättern desselben Zweiges dieses Verhältniss nicht regelmässig auftritt, so ist davon in der vorausgehenden Uebersicht keine Erwähnung geschehen. Bei *G. glauca* ist der Blattstiel deutlich, wie etwa bei *Cupaniopsis subcuneata* und deren Verwandten, mit einem in Schuppen sich ablösenden Wachsüberzuge bedeckt.

33. Die von Seemann (Flora Vitiens., 1865, p. 47) auf *Guioa lentiscifolia* bezogene *Aporetica pinnata* W. Hook. & Arn. (s. die Tabelle) aus den Gesellschaftsinseln habe ich nicht gesehen, ebensowenig wie das schon von Asa Gray (1854) mit einiger Reservation, von Seemann (a. a. O.) ohne solche eben dahin gerechnete *Guaiacum dubium* Forst. (Prodr., 1786, p. 32). Seemann's Deutungen sind jedenfalls mit Vorsicht aufzunehmen, da er an derselben Stelle, was sicher unrichtig, auch *Sarcopteryx stipitata* mit *Guioa lentiscifolia* zusammenwirft.

Wenn Hooker & Arn. zu *Aporetica pinnata* „Forst. Gen. tab. 66" (1776) citiren, so ist das unrichtig. Dortselbst ist nur eine *Aporetica ternata* (tab. 66) und eine *Pometia pinnata* (tab. 55) aufgeführt. Aus letzterer hat erst De Candolle (Prodr. I, 1824, p. 610) eine *Aporetica*

Digitized by Google

pinnata gemacht, indem er die von Forster selbst in seinem Prodromus (1786, p. 74) unter Umwandlung der vorhin erwähnten *Aporetica ternata* in *Pometia ternata* und Anreihung derselben an seine *Pometia pinnata* herbeigeführte Vermengung von *Aporetica* mit *Pometia* gleichsam umkehrte und nun eine *Aporetica pinnata* neben *Aporetica ternata* aufzählte. Mit beiden Pflanzen hat die Pflanze von Hook. & Arn., wenn die Auffassung von Seemann richtig ist, nichts zu thun, ebensowenig wie mit der unter *Aporetica pinnata* DC. von Wight & Arn. (Prodr., 1834, p. 113) verstandenen *Euphoria Longana* Lam. oder wie mit der von Sprengel darunter, resp. unter *Pometia pinnata* Forst., verstandenen *Schmidelia? pinnata* DC., d. i. *Deinbollia pinnata* Schum. & Thonn.

34. Für *Guioa lasioneura* ist der Artbeiname aus einer nicht publicirten Bezeichnung der Pflanze adoptirt, unter welcher mir dieselbe von Ferd. v. Müller gütigst mitgetheilt worden ist. In ähnlicher Weise ist der Artbeiname von *G. gracilis* und *G. villosa* aus der Sammlung von Pancher entlehnt.

35. Dass die Stelle, welche *Guioa Minjalilen* und *Guioa subfalcata* in der Uebersicht der Arten einnehmen, nur als eine provisorische zu betrachten sei, darauf ist oben schon durch den Beisatz „Discus non visus" hingewiesen. Für die Einordnung von *G. subfalcata* in die erste Section liegt, wie ich schon in der Abhandlung über die holländisch-indischen Sapindaceen (Sep. Abdr. p. 90) angeführt habe, ein Grund darin, dass Asa Gray, welchem Blüthenknospen der Pflanze vorlagen, dieselbe für *G. lentiscifolia* Cav. genommen hat. Im übrigen würde das Aussehen des von Asa Gray mir gütigst übersendeten Fragmentes mehr für eine Annäherung an *Guioa Perottetii* gesprochen

haben. Von dem anderen, gleichfalls auf *G. lentiscifolia* Cav. von Asa Gray bezogenen Exemplare, welches nicht aus den Samoa- oder Schifferinseln, sondern aus den Freundschaftsinseln (und zwar wie das in Zus. 33 erwähnte *Guaiacum dubium* Forst. aus Tongatabu) ist, aus welchen auch (nämlich aus Babao) die echte *G. lentiscifolia* herstammt, ist mir kein Theil zu Gesicht gekommen. Doch würde wohl, wenn dasselbe die echte *G. lentiscifolia* wäre, Asa Gray die Verschiedenheit der Blattunterseite gegenüber der als *G. subfalcata* hier bezeichneten Pflanze kaum entgangen sein.

36. Die unter *Guioa leptoneura* erwähnte Pflanze von Beccari (it. sec. n. 7'''' aus Celebes), welche ich in der Abhandlung über die Sapindaceen Holländisch-Indiens (Sep. Abdr. p. 42) „trotz gewisser Eigenthümlichkeiten" noch zu *Guioa regularis*, nun *Guioa diplopetala*, gerechnet habe, sehe ich mich nach erneuter Untersuchung veranlasst als eine besondere Art — *Guioa leptoneura* — anzusehen, welche noch näher als der *G. diplopetala* der *G. patentinervis* verwandt zu sein scheint. Die erwähnte Nummer aus Beccari's Sammlung ist also an der angeführten Stelle (p. 42) zu streichen und ebenso die durch ein Versehen (von n. 7''', *G. acutifolia*) dahin und in die Tabelle gekommene Standortsangabe „Key".

37. *Guioa glauca*, gleichwie noch manche andere in den Sectionscharakteristiken schon namhaft gemachte Art, zeigt eine schwankende Beschaffenheit des Discus. Darnach erscheint es, wie ich schon in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 274 hervorgehoben habe, fraglich, ob die beiden Sectionen *Euguioa* und *Hemigyrosa* sich dauernd werden aufrecht erhalten lassen, und jedenfalls bedingt das einige Unsicherheit in der Zuweisung einzelner Arten zu dieser oder jener der in Rede stehenden Sectionen. So habe

Digitized by Google

ich *G. glauca*, indem ich damals vorzugsweise die Originalexemplare Labillardière's im Auge hatte, in meiner Abhandlung über die holländisch-indischen Sapindaceen (Sep. Abdr. p. 90), in die erste Section gestellt, während ich mich jetzt veranlasst sehe, sie in die zweite zu versetzen. Jene Originalexemplare zeigen nämlich, wie das Labillardière in Bild und Wort richtig darstellt, einen ringsum ziemlich gleichbreiten, aber drei- bis vierlappigen Discus („discus 3—4-fidus"). Diese Lappung nun ist, wie sich bei der Untersuchung eines aus den neueren Sammlungen vervollständigten Materiales ergeben hat, der erste Schritt zu unregelmässiger Gestaltung des Discus. Durch eine tiefere Trennung der Lappen auf der einen Seite wird der Discus zu einem unterbrochenen; durch stärkeres Hervortreten eines Lappens zu einem ungleichseitig und schief entwickelten; durch das gleichzeitige Auftreten beider Verhältnisse auf entgegengesetzten Seiten wird er einseitig, halbring- oder halbmondförmig. Alle diese Verhältnisse finden sich, und zwar in überwiegender Häufigkeit gegenüber der einfachen Lappung des Discus, bei einer Reihe von Exemplaren neueren Datums, für welche eine Abtrennung von *G. glauca* als durchaus widernatürlich erschiene, wenn auch manche sehr wohl als besondere Formen aufgefasst werden können. Demgemäss erscheint mir nunmehr die Einstellung der Art in die zweite Section als die naturgemässere.

Betreffs der Originalien von Labillardière mag noch bemerkt sein, dass ich bei denselben die von ihm abgebildete junge Frucht nicht mehr vorgefunden habe. Trotzdem ist der Gedanke an eine allenfallsige Verwechselung mit der Frucht der gleichfalls von Labillardière gesammelten aber nicht beschriebenen *Cupaniopsis myrmoctona* durch die Bezeichnung jener Frucht als „capsula . . . vix matura . . . triquetra" ziemlich sicher ausgeschlossen.

Digitized by Google

Ueber die von Labillardière unerwähnt gelassene, wechselnde Bereifung der Blätter sieh oben in Zusatz 32.

38. Von der für *Guioa membranifolia* charakteristischen Stellung der Inflorescenzen war schon oben in Zusatz 31 die Rede.

39. Als eine Art von *Guioa* und wohl nahe stehend der *G. Perrottetii*, wenn nicht damit zusammenfallend, betrachte ich ebenso, wie schon Blume (Rumphia III, 1847, p. 165), die als *Sapindus Koelreuteria* und später als *Koelreuteria arborea* von Blanco bezeichnete Pflanze (s. d. Abh. über *Sapindus* etc. p. 301 n. 47 und p. 359). Dagegen kann ich in *Molinaea arborea* Blanco nicht ebenfalls, wie Blume, eine Cupaniee erblicken. Der Deutung Blume's ist schon die Angabe Blanco's über die Gegenständigkeit der Blätter nicht günstig, und die veränderten Angaben, welche Blanco in der zweiten Ausgabe seiner Flora macht („Nectario globoso con ocho dientes; estambres ocho, collocados en el apice y dientes del nectario, y divergentes . . .") scheinen mir eher auf eine Meliacee hinzudeuten. Zwar findet sich im Hb. De Candolle, von Llanos, dem Mitarbeiter Blanco's, mitgetheilt, ein Fruchtexemplar von *Guioa Perrottetii* (s. d. Uebersicht) mit der Bezeichnung „Molinaea Blanco." Aber damit ist, wie ich in einem ähnlichen Falle schon anderwärts hervorgehoben habe (s. holländ.-ind. Sapindaceen, Sep. Abdr. p. 31, unter *Otophora*), eine Sicherheit für die Identität der vorliegenden mit der von Blanco gemeinten Pflanze durchaus nicht gegeben. Die von Llanos an De Candolle mitgetheilten Pflanzen scheinen nichts weniger als Originalien von Blanco oder auch nur mit solchen verglichene Pflanzen zu sein. Sie scheinen vielmehr, wie ich nicht blos aus den beiden hier berührten, sondern aus noch weiteren ähnlichen Fällen, in welchen die von

Digitized by Google

Llanos übersendeten Pflanzen zu den bezüglichen Beschreibungen Blanco's ebensowenig wie hier passen, entnehme, wenigstens grossentheils nur von Llanos selbst auf die Beschreibungen Blanco's mit mehr oder minder Glück und unter vielleicht zu grosser Rücksichtnahme auf die Deutungen, welche die Beschreibungen Blanco's inzwischen erfahren haben, bezogene Pflanzen zu sein, so dass auf dieselben für die Interpretation Blanco's nicht unmittelbar zu bauen ist.

40—42: Zusätze zur Gattung Jagera.

40. Uebersicht der Arten von

Jagera Bl. (sp. excl.).

1) J. pseudorhus Radlk.: Foliola 10—20, serrata, basi acuta.

Forma 1. genuina: Foliola 10—16, minora; paniculae breviores; petioli ramique dense tomentosi. — Australia orientalis (Queensland, N. S. Wales).

Forma 2. pilosiuscula: Foliola 14—20, majora; paniculae longiores; petioli ramique pilosiusculi. — Australia orientalis calidior (Rockingham Bay): Wawra n. 628, 703.

2) J. serrata Radlk.: Foliola circ. 40, serrulata, basi obtusa vel inaequaliter subcordata. — Moluccae: Amboina (Zippel; Reinwardt n. 1439, „Kajoe Kalappa"; Hb. Lugd.-Bat.), Buton, Buru (Labillardière, Hb. Webb); N.-Guinea (t. Blume).

41. Ein bemerkenswerther gradweiser Unterschied der beiden Arten, dessen Constanz aber erst noch zu prüfen ist, findet sich in der Beschaffenheit der Cotyledonen, welche bei der zweiten Art beide erst abwärts und dann wieder aufwärts (S-förmig) gebogen sind, während bei der ersten

Digitized by Google

Art nur die Abwärtsbiegung und kaum für den inneren wieder eine geringe Aufwärtsbiegung durchgeführt erscheint.

42. Dass in dem Namen des für die zweite Art in der Tabelle angeführten Synonymes *Garuga javanica* Bl. der Artbeiname nicht auf ein Vorkommen der Pflanze auf Java bezogen werden darf, und nur aus einer irrthümlichen Deutung des Vorhandenseins der Pflanze im Garten zu Buitenzorg entstanden ist, hat Blume selbst schon (Rumphia III, 1847, p. 155) hervorgehoben. Nach welcher Quelle Blume das Vorkommen der Pflanze auch auf Neu-Guinea angibt, ist mir unbekannt. Die Exemplare von Zippel, auf dessen Notizen er sich bezieht, sind, so weit sie mir vorliegen, nicht von dort her, sondern aus Amboina. Aus den Molukken sind auch, wie Roxburgh angibt, die von ihm als *Sapindus serratus* beschriebenen (im Hb. Martius befindlichen) Exemplare.

43—45: Zusätze zur Gattung Lepidopetalum.

43. Uebersicht der Arten von

Lepidopetalum Bl.

1) L. Perrottetii Bl.: Foliola 6—8, inferiora ovata, superiora oblongo-lanceolata, angustiora latiorave, brevius longiusve acuminata, subtus in axillis nervorum plerumque dense crispato-barbata; inflorescentiae praesertim ad partem ramorum inferiorem supra cicatrices foliorum delapsorum fasciculatae vel subglomeratae, foliis multo breviores; fructus (junior) obverse deltoideus, estipitatus. — Ins. philippin.: Perrottet n. 120 (ao. 1829; Hb. Webb, Deless.); Cuming n. 1036, 1169, 1170; Haencke (Luzon ad Sorzogon); Wilkes Exped. (Caldera); ins. Key: Beccari it. sec. 14‴.

Digitized by Google

2) L. Jackianum Radlk.: Foliola 6—8, inferiora ovata, superiora oblongo-lanceolata, breviuscule obtuse acuminata, subtus in axillis nervorum vix pilosula; inflorescentiae ad apices ramorum axillares, solitariae, foliorum superiorum rhachin subaequantes; fructus obovatus, subclavatus, conspicue stipitatus. — Ins. Nicobaricae (Katchall): Jack (Wallich Cat. n. 8552, Connarus? Jackianus; specimen non vidi); Kurz.

3) L. montanum Radlk.: Foliola 6—8, rarius 4, angustiora, inferiora ovato-lanceolata, superiora lanceolata, omnia supra medium in acumen longum acutum angustata, subtus in axillis nervorum lateralium arcuatorum vix pilosula, saturatius viridia; inflorescentiae ad apices ramorum paniculatim congestae, folia superiora aequantes. (Fructus ignotus.) — Sumatra: Korthals (2000—3000′ supra maris aequorem); Junghuhn (in sylvis circa Tobing, prov. Hochangkola, alt. 3000′).

44. Die ersterwähnte Pflanze ist dieselbe, welche Cambessedes *Cupania Perrottetii* genannt hatte, wie schon Blume vermuthete, und wie ich nach autoptischer Vergleichung bestätigen kann. Nicht zu verwechseln ist damit die aus *Hemigyrosa Perrottetii* Bl. hervorgegangene *Guioa Perrottetii*.

45. Bezüglich *L. montanum* ist es auffallend, dass der scharfsichtige Blume die Pflanze nicht zu seiner Gattung *Lepidopetalum*, sondern zu *Arytera* gebracht hat. Wenn man dessen Beschreibung der Blumenblätter von *Arytera montana* mit der von *Arytera litoralis* und *Lepidopetalum Perrottetii* vergleicht, so ist deutlich eine grössere Aehnlichkeit mit *Lepidopetalum* als mit *Arytera* zu erkennen. Seine eigene Beschreibung spricht gegen seine Classification, und die Autopsie bestätiget diesen Widerspruch.

Digitized by

46—55: Zusätze zur Gattung Matayba.

46. Uebersicht der Arten von

Matayba Aubl. em.

Sectio I. Ratonia (Genus Ratonia DC., 1824): Fructus alato- vel subcoccato- 2—3-lobatus, infra medium in stipitem abrupte contractus; stylus apice in stigmata 2—3 intus papillosa recurvata divisus; petala parva vel rudimentaria; foliorum rhachis superne dilatata, submarginata; foliola glandulis seriem cellularum brevium exhibentibus basi immersis praesertim subtus ornata.

1) M. domingensis Radlk.: Foliola 2—8, ex oblongo-obovato cuneata, multinervia, dense pellucide punctata et breviter lineolata, saepius 1—3-foveolata; petala rudimentaria; discus glaber; stamina hirtella (germen non visum). — S. Domingo: Bertero n. 967; Cuba orient.: Wright n. 1151, 1604.

2) M. apetala Radlk.: Foliola 4—10, elliptica, multinervia, punctis pellucidis nec non lineolis reticulatis dense notata, plerumque 1-foveolata; petala rudimentaria; discus glaber; stamina glabra; germen puberulum. — Cuba: Ramon n. 17, 41, 52, 202, 219, 337; Otto n. 221; Wright n. 2180; Jamaica: Macfadyen, March, Wilson (Hb. Hook.).

3) M. mexicana Radlk.: Foliola 6—12, oblonga vel subovalia, multinervia, punctis pellucidis lineolisque parvis sparsim notata, saepius plurifoveolata; discus glaber; stamina basi villosiuscula; germen dense sericeo-tomentosum. — Mexico: Galeotti n. 3492; Linden n. 734; Liebmann n. 10, 11.

Sectio II. Macaca (a nomine vulgari M. arborescentis „Macaca-apa-ipou"; cf. Aubl.): Fructus alato- vel subcoccato- 2—3-lobatus, in stipitem (solidum) plus minus abrupte

contractus; stylus superne lineis stigmatosis 2—3 suturalibus instructus, apice extimo interdum 2—3-lobus; petala sepalis majora, bisquamata; foliola glandulis minutissimis breviter stipitatis ornata vel eglandulosa.

× Stylus praelongus, germine biloculari suborbiculari plus duplo longior, apice paullulum incrassatus, sublobatus

4) M. macrostylis Radlk.: Foliola impunctata, hypodermate spurio (interdum in stratum staurenchymatis — „Pallisadengewebe" — evoluto) nec non cellulis pluribus sclerenchymatico-pachydermicis prope paginam superiorem instructa; discus tomentosus; fructus junior obcordato-bilobus, lobis compressis, endocarpio margine et juxta seminis insertionem villoso. — Guiana anglica: Schomburgk n. 783, 1573; in Brasiliae prov. Pará et Alto-Amazonas: Riedel n. 1294 (pr. Borba); Spruce n. 1578 (ad ostium flum. Solimoës).

× × Stylus germine vix longior

+ Fructus mediocriter stipitatus, stipite loculos fructus subaequante; foliola pellucide punctata, pilis minutissimis basi dilatatis clavelliformibus aliisque setulosis plus minus bibrachiatis in pagina inferiore obsita

5) M. arborescens Radlk.: Foliola 2—9, (sicca) fuscescentia, hypodermate nullo, dense et grossiuscule pellucido-punctata, efoveolata, insignia venarum e nervis (praesertim e nervo mediano) enascentium parallelarum multitudine; discus glaber vel pilis singulis adspersus; endocarpium glabrum. (Cortex canescens, lenticellosus.) — Guiana gallica: Aublet; Leblond n. 60 (Cup. laevigata L. Cl. Rich.); Gabriel; Richard („Makanoulé" Galibis); Martin; Poiteau; Perrottet; Leprieur n. 325; Sagot n. 1185; Mélinon (La Mana); Guiana Batava: Wullschlaegel n. 924, 1696; Splitgerber n. 811, 922 (Hb. Horti Lugd.-Bat.); Hostmann 600,a; Kappler n. 1829 (Thouinia polygama, non Mey., Miq.); Guiana

anglica: Schomburgk n. 622, 814, 953, 1499; Brasiliae prov. Pará et Alto-Amazonas: Martius (Pará, Ega); Riedel n. 1465 (Rio Negro); Poeppig n. 2766 (Ega); Spruce n. 1329/3, 1747 (Barra), n. 2744 (fl. Uaupès; Hb. Franquev.); India occident.: Ryan, Rohr (Cup. discolor Vahl); Crüger (Trinidad); Caley (St. Vincent, Hb. Turcz., Deless.; Ratonia sp. Turcz.).

6) M. floribunda Radlk.: Foliola 2—6, (sicca) viridia, hypodermate instructa, obscurius pellucide punctata; discus tomentellus. (Nec fructus, nec flores femineos vidi.) — Mexico pr. Teapa (Tabasco): Linden.

\+ + Fructus longissime stipitatus, stipite loculos fructus ter quaterve superante

7) M. longipes Radlk.: Foliola plerumque 6—8, membranacea, oblongo-lanceolata, in petiolulos abruptius attenuata, pellucide punctata, efoveolata, cellulis nonnullis sclerenchymatico-pachydermicis prope paginam inferiorem instructa; discus tomentellus; fructus 2—3-locularis, alato-lobatus, lobis divaricatis; endocarpium dense tomentosum. — Venezuela (prope coloniam Tovar): Fendler n. 1748.

8) M. tovarensis Radlk.: Foliola plerumque 6—8, coriacea, lanceolata, in petiolulos sensim angustata, pellucide punctata, efoveolata, cellulis sclerenchymatico-pachydermicis prope paginam inferiorem instructa; discus tomentosus. (Hic inserenda videtur, etsi fructus ignoti sunt.) — Venezuela (Tovar): Karsten n. 3.

Sectio III. Apiomatayba: Fructus stipitatus, 2—3-gono-pyriformis, subclavatus vel obverse pyramidatus (in pluribus non visus), endocarpio glabro, glanduloso vel parce piloso; flores plurium perparvi.

× Discus glaber vel vix pilis singulis adspersus (in M. robusta)

\+ Flores parvi; inflorescentiae saepius fasciculatae vel subfasciculatae, basi divaricato-ramosae

* Foliola dentata, foveolata

Digitized by Google

9) M. scrobiculata Radlk.: Foliola 4—8, obscurissime pellucide punctata et lineolata; paniculae plerumque divaricato-ramosae vel subfasciculatae, folia subaequantes; fructus obcordato-pyriformes, endocarpio glanduloso. — Novo-Granata et Venezuela: Ryan et Rohr („America meridionalis; vulgo Culo de Hiéro"); Humboldt n. 1429 (Turbaco; Hb. Willd. n. 7255 „Cup. glabra" ed. Schlecht.); Bertero n. 2155 (S. Martha); Schlim n. 902 (S. Martha); Karsten (Llano del Orenoco & Sabanilla, Magdalena; vulgo „Sabatero"); Duchassaing (Panama); Fendler n. 2316 (Tovar).

* * Foliola integerrima, efoveolata

10) M. Spruceana Radlk.: Foliola 6—10, oblongo-lanceolata, obscurius minutim pellucide punctata; paniculae folia dimidia subaequantes, fasciculatae; fructus subclavatus, stipite basi supra insertionem staminum in annulum puberulum discum glabrum obtegentem dilatato. — Bras. prov. Pará (pr. Santarem): Spruce n. 774 a & b, n. 971.

11) M. inelegans Radlk.: Foliola 2—4, elliptico-lanceolata vel subobovata (in speciminibus Schomburgkianis), acuminata, utrinque reticulato-venosa, obscurius minutim pellucide punctata; paniculae perbreves, foliis multoties breviores, fasciculatae; fructus clavato-pyriformes. — Brasilia septentrionalis: Spruce n. 2956; Guiana anglica: Schomburgk n. 381.

12) M. robusta Radlk.: Foliola 2, ovato-lanceolata, acuta, basi in petiolulos abruptius coarctata, crasse coriacea, utrinque reticulato-venosa, obscurius dense et minutim pellucido-punctata. — Bras. prov. Alto-Amazonas: Spruce n. 2525 (pr. Panurè ad Rio Uaupès).

+ + Flores majusculi; inflorescentiae axillares solitariae

13) M. peruviana Radlk.: Foliola 8—14, multinervia, breviter lanceolata, parva (circ. 3 cm longa), subtus

Digitized by Google

pilosiuscula, punctis lineolisque parvis pellucidis notata, plurifoveolata, foveolis rotundis barbatis. (Ramuli petiolique ferrugineo-tomentosi; fructus ignotus.) — Peruvia orientalis: Spruce n. 4619 (in monte Guayrapurima pr. Tarapoto).

14) M. laevigata Radlk.: Foliola 2—4, paucinervia, ex ovali lanceolata, obtuse acuminata, margine revoluta, crassiuscule coriacea, glabrata, supra laevissima, splendentia, punctis pellucidis majoribus (siccitate interdum in pagina superiore prominentibus) lineolisque sparsim notata. (Cortex candicans; fructus ignotus; anne magis affinis M. guianensi?) – Surinam: Hostmann n. 1037.

× × Discus puberulus

15) M. opaca Radlk.: Foliola 4—8, ex obovato-oblongo cuneata vel oblongo-lanceolata (in speciminibus Spruceanis), coriacea, margine revoluta, utrinque opaca, attamen laeviuscula, pellucide punctata et lineolata, efoveolata; inflorescentiae subfasciculatae, folia subaequantes. (Fructus ignotus; anne maxime affinis M. Spruceanae?) – Surinam: Kappler n. 744; Hostmann n. 1279; Bras. prov. Pará: Spruce n. 3402 (ad flum. Casiquiari etc.)

× × × Discus tomentosus

+ Foliola foveolata, foveolis barbatis, hypodermate instructa

16) M. paucijuga Radlk.: Foliola 2—4, ex obovato-oblongo cuneata vel suboblonga, ad 15 cm longa, 6 cm lata, nervis lateralibus inferioribus longioribus magis distantibus, punctis pellucidis lineolisque ramificatis notata, utrinque opaca, novella (nec non inflorescentiae) pilis bibrachiatis vestita. — Brasilia („Rio de Janeiro?“): Widgren (ex Hb. Regnell comm. c. Mus. Holm.)

17) M. glaberrima Radlk.: Foliola circ. 4, oblonga utrinque parum acutata, ad 11 cm longa, 4,5 cm lata, nervis lateralibus aequalibus aequidistantibus, pellucide

punctata et lineolata, supra nitida vel utrinque opaca; inflorescentiae pilis bibrachiatis vestitae; fructus brevius stipitatus, obverse triquetro-pyramidatus, subtricornis, truncatus; endocarpium circa seminis insertionem tantum tomentosum. — Panama: Duchassaing; Seemann n. 289 („Cup. laevigata Miq." Seem. Bot. Herald. p. 93, n. 149).

+ + Foliola efoveolata, hypodermate nullo

* Foliola lanceolata

18) M. elegans Radlk.: Foliola 6—8, integerrima, utrinque glabra, nervis arcuato-patulis, pellucide punctata et lineolata, insignia epidermide paginae superioris (poroso-) punctata; germen trigono-ellipsoideum, tomentosum, stylo germine ipso longiore. — Novo-Granata (ad flumen Magdalena): Karsten (Hb. Vindob.).

* * Foliola late elliptica, larga (cellulis sclerenchymatico-pachydermicis prope paginam inferiorem vel superiorem quoque instructa; inflorescentiae breviores, subfasciculatae; fructus triangulari-pyriformis vel obovoideus, endocarpio praesertim margine et circa seminis insertionem piloso)

19) M. camptoneura Radlk.: Foliola 3—5, discoloria, subtus fuscescentia, supra plerumque livescentia, magna, late elliptica et obtuse acuminata, vel subovato-lanceolata et sensim acutata, nervis arcuato-adscendentibus, dense pellucide punctata; inflorescentiae axillares, ramosae, solitariae vel paucae fasciculatae; fructus triangulari-pyriformis, sensim in stipitem breviorem attenuatus. (Cortex fuscus, seriebus lenticellorum albidorum notatus; inflorescentiae fusco tomentosae. Habitu similis M. macrostyli et arborescenti). — Guiana anglica: Schomburgk n. 332, 348, 411.

20) M. purgans Radlk.: Foliola 3—5, concoloria, utrinque viridia, maxima (15—30 cm longa, 7—12 lata), late elliptica vel inferiora subovata, obtusissime acuminato-

apiculata, nervis patulis apice arcuatis, obscurius pellucide punctata; inflorescentiae breves, petiolum dimidium vix aequantes, plerumque 2—3 fasciculatim congestae; fructus trigono-obovoideus, breviter stipitatus, endocarpio laxe piloso. (Cortex subfuscus, seriebus lenticellorum albidorum in sulcis ramorum notatus; inflorescentiae subfusco-tomentosae.) — Bras. septentrionalis: Martius (ad Coari); Poeppig n. 2529 (ad Ega).

Sectio IV. Eumatayba: Fructus brevissime stipitatus, trigono-subglobosus vel -ellipsoideus, plerumque lignosus, verrucosus, endocarpio dense tomentoso, sarcocarpio saepius cellulis pachydermicis coacervatis foeto. (Discus omnium glaber.)

× Foliola supra laevia (reti venarum minorum vix prominente)

+ Foliola (sicca) utrinque vel subtus certe (rufo-) fuscescentia, supra saepius livescentia, vel utrinque livescentia; foliorum rhachis nuda

* Foliola utrinque subglabra

○ Foliola multinervia, nervis (lateralibus) rectiusculis patulis prope marginem foliolorum reticulatim anastomosantibus

21) M. discolor Radlk.: Foliola 2—8, ex ovali oblonga vel obovata, crassiuscula, saepius conduplicata et recurvata, plerumque discoloria, subtus purpurascenti-fuscescentia, supra flavido-livescentia, punctis pellucidis sparsis obscurius notata, efoveolata, supra hypodermate instructa; fructus (juveniles) ellipsoidei, vix verrucosi. (Forma fructus inter omnes hujus sectionis species insignis.)

Forma 1. genuina: Foliola utrinque nitida; inflorescentiae ramuli cano-tomentelli. — Bras. prov. Bahia: Sello n. 110 (Terminalia discolor Spreng.), 226, 425 (Terminalia octandra Spreng. ed. Eichl.); Riedel n. 471; Blanchet n. 1664, 1691.

Digitized by Google

Forma 2. atropurpurea: Foliola subtus opaca, atropurpurea; inflorescentiae ramuli glabri, fusci. (Fructus ignotus.) — Bras. prov. Alto-Amazonas: Spruce n. 2790 (Uaupès).

22) M. sylvatica Radlk.: Foliola 2—12, lanceolata, utrinque subacuminata, fuscidula, sat dense pellucide punctata et lineolata, plerumque 1—2-foveolata, foveolis urceolatis; fructus trigono-subglobosi, verruculosi. — Bras. prov. Rio de Jan. et Minas Geraës: Riedel n. 251, 1067; Riedel et Langsdorff n. 670; Casaretto n. 558; Glaziou n. 798, 1588, 6113, 6115 (Serra dos Orgaos; vulgo Camboatá); Hb. Flumin. n. 51 (in Hb. Lugd.-Bat.; Minas Geraës).

○ ○ Foliola paucinervia, nervis (lateralibus) curvato-adscendentibus apice arcuatim anastomosantibus

23) M. guianensis Aubl. em.: Foliola 2—12, elliptico- vel oblongo- lanceolata, ovato-lanceolata, oblonga vel sublinearia, saepius hypodermate spurio instructa, subimpunctata vel punctis lineolisque pellucidis sat crebris notata, subtus plerumque 1-foveolata, foveolis urceolatis, rarius plurifoveolata vel efoveolata; fructus trigono-subglobosi, plus minus verrucosi. (Cortex subfuscus. Folia apice interdum foliolis rudimentariis, fere ut in Guarea, instructa.) Formis ludit variis, quarum praecipuae sequentes:

Flores minores; paniculae amplae, ramis subflaccidis, minus densiflorae

Forma 1. genuina: Foliola elliptico- vel oblongo-lanceolata, breviter petiolulata, reti venarum pallidiore instructa, subimpunctata, vix foveolata. — Guiana gallica: Aublet (Hb. Mus. Brit.); Leblond n. 62 (Hb. Deless.; Cupania laevigata L. Cl. Rich. part.); L. Cl. Richard (Hb. Franquev.).

Subforma subovalis: Foliola subovalia, basi subcuneato- vel acuminato-attenuata, insignius petiolulata, 1—plurifoveolata. — Guiana gallica: Leprieur n. 333; Martin.

Forma 2. laxiflora: Foliola ovato-lanceolata (interdum subfalcata) vel suboblonga (inferiora ovalia), in petiolulos longiusculos abruptius contracta, laxe pellucide punctata, plerumque 1-foveolata. — Brasiliae prov. Alto-Amazonas, Pará, Maranhão, Ceará: Spruce n. 118, 398, ?894, 1568 (Barra, Santarem; Cupania laxiflora Benth.); Martius (Barra; ad fl. Japurá etc.; Cupania micrantha Mart. partim; „in nonnullis locis secundum fl. Amazonum Parica dicta, nomine quo alias Mimosa acacioides Benth., pulverem sternutatorium praestans, insignitur" Mart. in scheda Hb. proprii); Riedel n. 1563 (Santarem); Don n. 122 (prov. Maranhão); Gardner n. 1500 (Crato, prov. Ceará).

Flores minores, paniculae contractae, ramis rigidioribus divaricatis, densiflorae

Forma 3. micrantha: Foliola oblonga vel oblongo-lanceolata, breviuscule petiolulata, insignius pellucide punctata et lineolata, 1-plurifoveolata vel efoveolata. — Brasiliae prov. Mato-Grosso, Goyaz, Minas Geraës, nec non Peruvia: Manso (Cujabá, prov. Mato-Grosso = Mart. Hb. Fl. bras. n. 274; Cupania micrantha Mart. partim); Pohl n. 225; id. n. 677 (ad Natividade, prov. Goyaz); Burchell n. 6583, 8364 (inter Natividade et Porto-Real); Gardner n. 3074 (prov. Goyaz); Regnell III, 356 (Uberava, prov. Minas Geraës); Riedel n. 555 (pr. Penha, Min. Ger.); Warming (Lagoa Santa); Haencke (Peruvia; Hb. Monac.).

Subforma pilosula: Foliola subtus pilosula. — Brasil. prov. Minas Geraës?: Pohl n. 1972 (inter Chapada et Sucuriú).

Digitized by Google

Subforma euphoriaefolia: Foliola subtus pilis adpressis glandulisque crebris adspersa. — Brasil. prov. Minas Geraës et Rio de Janeiro: St. Hilaire (Cupania euphoriaefolia Camb.); Glaziou n. 1587.

Subforma acutata: Foliola e basi ovata sublinearia, in acumen acutum acutata. — Brasil. prov. Minas Geraës: Sello B 2070, C 2021 (Presidio- de- São-João-Baptista).

Subforma sublinearis: Foliola angusta, lineari-lanceolata. — Brasil. prov. Goyaz et Minas Geraës: Riedel n. 2525 (Serra do Chapada); Warming (Lagoa Santa; „Cambotá branca vel Cambotá brava, rarius Mamma do porco, nomen speciei Zanthoxyli rectius datum").

Flores majores

Forma 4. fuscescens: Foliola breviter lanceolata, utrinque acuminata, fuscescentia. — Brasiliae prov. Rio de Janeiro: Mikan, Schott & Pohl n. 1948; Riedel „B" (Mandiocca); Riedel & Langsdorff n. 632; Gaudichaud n. 786 (Rio de Jan.; Hb. Franquev.).

Forma 5. livescens: Foliola breviter oblonga vel elliptica, crassiora, subcoriacea, plerumque conduplicata et recurvata, supra vel subtus quoque livescentia; paniculae rami crassiores; fructus insignius verrucosi. — Brasiliae prov. Bahia, Minas Geraës et Rio de Janeiro: Blanchet n. 108, 322, 3860 (Jacobina); Sello n. 1390, 1902; Claussen; Riedel „M" (Cabo-Frio).

Subforma macrosperma: Fructus majores; semina 16 mm longa, 11 lata. — Brasil. prov. Bahia: Dr. Wawra & Maly n. 126 (ao. 1859—60; cf. p. 522 n. 212).

* * Foliola subtus (petiolique ramique) molliter sufferugineo-pubescentia

24) M. mollis Radlk.: Foliola sat magna, plerumque 6—12 cm longa, oblonga, subacuta, subimpunctata, efoveolata; fructus trigono-globosi subverrucosi. — Bras. prov. Minas Geraës (et Bahia?): Riedel n. 1089; Sello n. 1217, 2021, 2069; Claussen n. 327; Weddell n. 1536. 1684.

25) M. punctata Radlk.: Foliola parva, 1,5—3 cm longa, ovalia vel suborbicularia, dense grossiuscule pellucido-punctata, obscurius plurifoveolata. (Fructus ignotus.) — Bras. prov. Minas Geraës (et Bahia): St. Hil.; Pohl n. 680; Olfers.

+ + Foliola (sicca) viridia vel flavescenti-viridia (parva), juniora tantum (praesertim superne) fuscescentia: foliorum rhachis marginata vel subalata

26) M. marginata Radlk.: Foliola 14—18, integerrima, ovalia vel suboblonga, obtusa vel subacuta, pellucide punctata, plurifoveolata; germen pilis laxe adspersum: fructus trigono-globosi, extus glabri, laeves, pericarpio tenuiore.

Forma 1. genuina: Rhachis foliorum subalata; foliola 2—3 cm longa. — Bras. prov. Minas Geraës (et Bahia?): Sello n. 1040, 1113, 1389, 1901; Martius: Schüch; Claussen n. 291, 1528.

Forma 2. elongata: Rhachis foliorum submarginata; foliola 4—5 cm longa. — Brasilia: Sello n. 1271.

27) M. heterophylla Radlk.: Foliola 8—12, serrulata, ovalia vel brevius longiusve ovata, 2—6 cm longa, supra reti venarum pallidiore notata, laxe pellucide punctata, conspicue plurifoveolata; insignis racemis axillaribus simplicibus vix basi cincinnos pauperrimos (2-floros) gerentibus, saepius ante folia vel ex axillis foliorum rudimentariorum erumpentibus. — Bras. prov. Minas Geraës, Bahia et Pernambuco: Martius; Gardner n. 2800.

Digitized by Google

× × Foliola reti venarum utrinque prominente reticulato-venosa, hypodermate (incolorato) instructa, oblonga vel lanceolata (juniora praesertim superne fuscescentia)

28) M. grandis Radlk.: Foliola 5—9, permagna, 12—16 cm longa, nervis lateralibus sat numerosis robustioribus plus minus arcuatis, reti venarum laxo subtus magis quam supra conspicuo, supra fere laevia, flavescenti-viridia, subtus adpresse pilosiuscula, denique glabrata, sparsim pellucide punctata, efoveolata. — Bras. prov. Rio de Janeiro: Pohl & Schott n. 678; Lhotsky; Mikan; Riedel.

29) M. juglandifolia Radlk: Foliola plerumque 8 (4—8), majora, 8—15 cm longa, multinervia, nervis debilioribus rectiusculis patulis, reti venarum laxiore instructa, supra splendentia, flavescenti- vel glaucescenti-viridia, concoloria vel subtus pallidissime subfusca, obscurius et spurie (i. e. rupturis diachymatis siccitate ortis) pellucide punctata et lineolata, efoveolata vel obscurius foveolata. — Bras. prov. Rio de Janeiro et Minas Geraës: St. Hil.; Pohl n. 1629; Regnell III, 356*, 428, 4037; Warming (vulgo „Caxua branca“ et „Paó pombo“).

30) M. elaeagnoides Radlk.: Foliola 4—10, minora, 4—8 vel rarius 11 cm longa, paucinervia, nervis arcuato-adscendentibus, reti venarum perangusto supra albicante instructa, inde supra denique subargentea, subtus pallide subfusca, margine plerumque revoluta, punctis lineolisque pellucidis praesertim spuriis (cf. anteced.) notata, plurifoveolata, foveolis plus minus urceolatis. (Cortex subfuscus vel canescens.) — Respublica Argentina, prov. de Corrientes: Bonpland n. 593; Paraguay: Balansa n. 2474, 2474 a, 2475; Bras. prov. S. Paulo et Minas Geraës: Sello n. 193, 271, 273, d 1513, d 2053, d 3141, 4886, 5040; Martius; Riedel AA; Lund

1011; Burchell n. 3977; Regnell n. 423, 455, 832, 4038, 4039, II 38; Widgren n. 1083, 1123, 1184.

47. Für *Matayba domingensis* hat schon Grisebach in Pl. Wright. und Catal. Pl. Cub. unter den Bezeichnungen *Cupania apetala* und *Cupania spathulata* erwähnt, dass kleine Blumenblätter vorhanden sind. Sie sind aber auch bei der echten *Cupania apetala* Macfed., d. i. *Matayba apetala*, vorhanden, wenn auch nur kümmerlich entwickelt. Dass Grisebach mit Unrecht auf letztere Art die Früchte von *Cupania juglandifolia* A. Rich., welche mit *Cupania macrophylla* A. Rich. zusammenfällt, bezogen hat, wurde schon in Zusatz 19 erwähnt.

M. domingensis und *apetala* sind die einzigen Arten der Gattung, welche den grossen Antillen angehören, die erstere Cuba und S. Domingo, die andere Cuba und Jamaica. Nicht sie selbst, wohl aber eine nächst verwandte Art, *M. mexicana*, findet sich in Mexico. Aus den kleinen Antillen ist nur die hauptsächlich dem südamericanischen Festlande angehörige *M. arborescens* bekannt.

48. *Matayba arborescens* und *Matayba guianensis*, welch letztere die eigentliche Grundlage der Gattung bildet, sind die verbreitetsten Arten der Gattung (s. d. Uebersicht). Da beide zum Theile in denselben Gebieten vorkommen (Guiana und Amazonas-Gebiet), so findet man sie in den Sammlungen häufig unter einer und derselben Bezeichnung zusammengeworfen, obwohl sie auch im nicht fructificirten Zustande durch Eigenthümlichkeiten der Rinde, (Farbe, Lenticellen) und der Blättchen (Venennetz, durchsichtige Punkte etc., s. d. Uebersicht) leicht zu unterscheiden sind.

Von beiden Arten sind Aublet'sche Originalien im britischen Museum vorhanden. Dass dort auch eine gar nicht zu den Sapindaceen gehörige Pflanze aus Aublet's

Digitized

Sammlung als eine Varietät von dessen *Matayba guianensis* (durch Solander?) bezeichnet ist, welche, abgesehen davon, dass Aublet von einer Varietät seiner Pflanze mit kleineren Blättern spricht, nichts mit seiner Abbildung und Beschreibung zu thun hat, kann die richtige Auffassung seiner Darstellung im Zusammenhalte mit dem betreffenden Original-exemplare nicht beirren, ebensowenig wie der Umstand, dass Aublet zu eben dieser *Matayba guianensis* eine (vielleicht unter dem Baume gefundene, dem erwähnten Originale des britischen Museums übrigens nicht beiliegende) Frucht einer anderen Pflanze (vermuthlich einer Swartziee oder einer anderen Leguminose) abgebildet und beschrieben hat.

Von den auf Aublet folgenden Autoren hat schon der nächste, welcher *M. arborescens* und *guianensis* zugleich wieder vor Augen hatte, dieselben mit einander vermengt, nämlich L. Cl Richard, bei Aufstellung seiner *Cupania laevigata* nach von Leblond erhaltenen Materialien. Die Beschreibung Richard's (in Actes de la Soc. d'Hist. nat. de Paris, I, 1792, p. 109: „C. petiolis teretibus, foliolis subtrijugis, oblongo-ovatis, glabris, tenuiter nervatis, floribus 8-andris") bezieht sich nach den Worten „petiolis teretibus, foliolis . . . tenuiter nervatis" sicher zumeist auf *M. arborescens*; aber das Hb. Deless., welches die Originalien von Leblond mit den handschriftlichen Bestimmungen Richard's enthält, weist unter der Etiquette „No. 62; *Cupania laevigata*" ein blühendes Exemplar von *M. guianensis* auf, neben welchem übrigens unter der Bezeichnung „No. 60; an diversa?" — diese Frage ebenfalls von Richard's Hand — auch ein Fruchtexemplar der *M. arborescens* sich findet. In seinem eigenen Herbare (jetzt Hb. Franqueville) hat Richard die wohl von ihm selbst gesammelten Exemplare der *M. arborescens* wieder mit einem anderen, von der unbeständigen Gestalt der Frucht (von deren Fächern bald alle 3,

bald nur 2, bald nur 1 voll entwickelt wird) hergenommenen, hier mit Stillschweigen zu übergehenden Namen bezeichnet, und ein blühendes Exemplar der *M. guianensis* hat er hier nur mit einem Gattungsnamen versehen.

Auf *Cupania laevigata* L. Cl. Rich. mit Recht bezogen finde ich Exemplare der *M. arborescens* (von Perrottet gesammelt) im Hb. Deless., weiter von Poiteau mitgetheilt (und wohl auch von ihm gesammelt) im Hb. Berol.; ferner von Jussieu bestimmt in dessen Herbar unter n. 11395, wahrscheinlich aus dem Hb. Richard, mit der Bemerkung „tiré d'un mélange sans nom".

Dieses letztere Exemplar der *M. arborescens* ist es ohne Zweifel, wie aus der unrichtiger Weise beigefügten Bezeichnung „*Vouarana guianensis* Aubl." entnommen werden kann, welches Cambessedes im Auge hatte, als er zu seiner aus *Vouarana guianensis* Aubl. gebildeten *Cupania Vouarana* als Synonym anführte „*Cupania laevigata* Rich. ined.", aus welcher Bezeichnungsweise zugleich hervorgeht, dass ihm die Publication der Pflanze durch Richard (1792) unbekannt geblieben war.

In ebenso unrichtiger Weise, wie hier zu *Vouarana guianensis* Aubl., hat Cambessedes eine Pflanze des Hb. Jussieu (n. 11365), irre geführt durch Jussieu's handschriftliche Angaben, auf *Matayba guianensis* Aubl. bezogen, nämlich ein von Aublet, der ja auch auf Mauritius gesammelt hat, herrührendes Exemplar von *Molinaea arborea* Gmel. em. Damit fällt zwar der Stützpunkt hinweg, welchen Bentham und Hooker (Gen. I, p. 400) für die Einstellung von *Matayba* Aubl. in die Synonymie von *Ratonia* gegenüber der irrthümlich) von Aublet unter *Matayba* abgebildeten, zweisamigen Frucht in der Angabe nur einer Samenknospe für jedes Fruchtfach bei Cambessedes (der auffälliger Weise den Fruchtknoten als zweifächerig beschreibt) gefunden zu haben glaubten; das alterirt aber die

Digitized by Google

thatsächliche Zusammengehörigkeit von *Ratonia* und *Matayba* nicht, da ja, wie schon oben erwähnt, die Abbildung jener Frucht unter *Matayba guianensis* bei Aublet zweifellos auf einem Irrthume beruht.

Die Abbildung eben dieser Frucht war es wohl, welche De Candolle (1824) veranlasste, eine Pflanze von Patris, welcher eine mit dieser Abbildung vergleichbare Frucht beiliegt, als *Matayba Patrisiana* zu bezeichnen. Es ist ein Irrthum, wenn ich diese im Hb. Prodromi noch vorhandene Pflanze in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. (p. 312 n. 11 und 18) als eine Art von *Inga* betrachtet habe, wie mich eine wiederholte nähere Durchsicht meiner Notizen über die Pflanze des Hb. Prodromi im Zusammenhalte mit den Angaben De Candolle's erkennen lässt. Von *Inga* ist die Pflanze durch die Anwesenheit eines Endblättchens verschieden, und nur in der allgemeinen Configuration des Blattes und in der Flügelung der obern Blattspindelabschnitte, worauf sich vorzugsweise mein Gedächtniss stützte, ist eine Annäherung an gewisse *Inga*-Arten vorhanden; weiter fehlen, wenn ich mich recht erinnere, die den *Inga*-Arten gewöhnlich zukommenden Drüsen an der Basis der Blättchenpaare. Immerhin aber glaube ich in Uebereinstimmung mit der oben versuchtenDeutung der von Aublet dargestellten Frucht, mit welcher auch die Bezeichnung des Samenkern's bei Aublet als „une amande légumineuse“ im besten Einklange steht, in De Candolle's Pflanze eine Leguminose, und wahrscheinlich eine Swartziee vermuthen zu sollen, wie ich auch in der Tabelle zum Ausdrucke gebracht habe. Möge diese Vermuthung Anstoss zu erneuter Untersuchung und endlicher Bereinigung dieser Pflanze geben, welche unter Rücksichtnahme auf anatomische Merkmale zweifellos wird zu erzielen sein.

Dass auch *Matayba guianensis* bei De Candolle (1824), was die darunter verstandene Pflanze von Bertero

aus S. Domingo betrifft (s. die Tabelle n. 474 und 386), nicht zu den Sapindaceen, aber auch nicht zu den Meliaceen, wie Cambessedes meinte, sondern zu den Burseraceen, nämlich zu *Hedwigia balsamifera* Sw. gehört, habe ich schon in meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. (p. 312, 382) angegeben. Hier mag über den dort (p. 382) nach Bertero und Swartz für die Pflanze angeführten Vulgärnamen „Bois cochon" beigefügt sein, dass nach Bancroft (in Hook. Journ. IV, 1842, p. 139—141) dieser Name vielmehr der *Icica heptaphylla*, der *Hedwigia balsamifera* aber der Name „Sucrier de montagne" zukomme.

Was noch andere als die in diesem Zusatze schon berührten Synonyme zu *Matayba arborescens* und *guianensis* betrifft, so erscheint, da schon durch „!" in der Tabelle angedeutet ist, dass ihre Hieherbeziehung auf autoptischer Untersuchung beruht, ein weiteres Eingehen auf sie überflüssig.

Nur bezüglich zweier Pflanzen, zu deren Erwähnung im ersten Zusatze meiner Abhandlung über *Sapindus* etc. p. 324 die von Miquel unrichtiger Weise zu seiner *Cupania Aubletii*, d. i. *Matayba arborescens*, gebrachte *Thouinia polygama* G. Meyer Veranlassung gegeben hat, mag hier noch einiges zur vollständigen Klärung derselben und zur sicheren Unterscheidung von n. 668 der Tabelle beigefügt sein.

Es sind das die beiden in der eben erwähnten Abhandlung p. 324 bereits als Meliaceen und ebendort p. 313 n. 30 und 31 als Arten der Gattung *Trichilia* bezeichneten Pflanzen: *Thouinia polygama* (non G. Meyer) Miq. in Pl. Hohenack., Kappler n. 1642 und *Thouinia sp.* Griseb. in Pl. Hohenack., Kappler n. 2130.

Die erstere dieser Pflanzen, Kappler n. 1642, kann ich, auf die inzwischen erschienene Monographie der Meliaceen von C. De Candolle mich stützend, nunmehr als zu *Trichilia brachystachya* Klotzsch ed. C. DC. gehörig be-

Digitized by Google

zeichnen und den von C. De Candolle (l. c. p. 650) aufgeführten Materialien anreihen, von welchen ich Hostmann n. 347 und Schomburgk n. 315 (bei C. DC. heisst es wohl nur aus Versehen 1315) in Vergleich ziehen konnte.

Die andere, *Thouinia sp.* Griseb., Kappler n. 2130, welche bisher nur von Kappler gesammelt zu sein und in Folge der falschen Bestimmung Grisebach's überall bei den Sapindaceen eingereiht gewesen zu sein scheint, so dass sie sich der Aufmerksamkeit C. De Candolle's entziehen musste, stellt allem Anscheine nach eine neue Art dar — *Trichilia fuscescens* Radlk.[12])

12) Trichilia fuscescens Radlk.: Arbor; rami subfusci, parce lenticellosi, glabrati, superne in parte thyrsigera minutim cano-puberuli; folia 4-juga, foliolo terminali nec non petiolo 6—8 cm longo adjectis 2—3,5 dm longa, rhachi supra plana, subtus convexa, glabra; foliola inferiora minora, ovata, superiora oblonga, 8—10 cm longa, 3,5—4,5 lata, basi ovata petiolulis brevibus insidentia, apice breviter obtuse acuminata, submembranacea, nervis lateralibus utrinque 10—12 patulis suboppositis vel superioribus alternis subtus prominentibus, utrinque glabrata nec nisi juvenilia in nervis praesertim subtus adpresse puberula, opaca, fuscescentia, subtus pallidiora, lineolis subpellucidis ramificatis notata; inflorescentiae in parte ramorum superiore inter folia evoluta et novella laterales 6—8, bracteis (squamiformibus?) mox deciduis suffultae, 3—10 cm longae, inferiores (basi ramosae) paniculas, superiores thyrsos racemiformes exhibentes, flores ternos binosve in dichasia vel cincinnos simplicissimos subsessiles consociatos vel superne singulos gerentes, cano-pubescentes; flores albi (Kappler), pedicellos 3,5 mm longos aequantes; calyx extus cano-pubescens, 5-partitus, segmentis acutis; petala 5, anguste imbricata, oblonga, acuta, 3 mm longa, submembranacea, utrinque pulverulento-puberula, insuper extus superne pilis minutis adspersa; stamina infra medium connata, episepalia paullo longiora, superne angustiora et praesertim intus hirsuta, apice bidenticulata; antherae breves, ovatae, glabrae vel vix pilis singulis adspersae; germen pyramidato-conicum, dense subsericeo-tomentosum, disco carnoso lato glabro subcupulari cum staminibus connato insidens, disco bis terve longius, triloculare; stylus germen aequans, teretiusculus, apice glabriusculus; stigma capitatum, supra obscure trilobum; gemmulae in loculis

Digitized by Google

49. Kunth bezeichnet seine *Cupania scrobiculata*, d. i. *Matayba scrobiculata*, bei deren Aufstellung die *Cupania scrobiculata* L. Cl. Rich. vom Jahre 1792 (*Cupania reticulata* Camb., 1829) längst vergessen war, mit Unrecht als nahe verwandt der *Cupania glabra* Sw., und Willdenow bestimmte ein Humboldt'sches Originalexemplar der *M. scrobiculata* in seinem Herbare (n. 7255) geradezu als *Cu-*

---

binae, collaterales, pendulae. (Fructus ignotus.) — Guiana batava: Kappler n. 2130, ed. Hohenack. (ad. fl. Lava super., m. Dec.).

Die Pflanze scheint nach der Beschaffenheit des Discus am nächsten mit *Trichilia Cancana* C. DC. verwandt zu sein. Das Gleiche gilt von einer anderen mir vorliegenden und, wie ich glaube, noch unbeschriebenen Art, deren Charakteristik hier angefügt sein mag:

Trichilia cuneata Radlk.: Arbor (?); rami subfusci, lenticellis adspersi, glabrati, superne nec non inflorescentiae petiolique velutino-pubescentes; folia 4-juga, foliolo terminali nec non petiolo 3—5 cm longo adjectis 18—32 cm longa, rhachi subtereti molliter pubescenti; foliola inferiora minora, breviter ovalia vel suborbicularia, superiora ex obovato cuneata, circ. 15 cm longa, 7 lata, breviter petiolulata, apice abrupte breviter acuminata, margine subrevoluta, subchartacea, nervis lateralibus sat approximatis suboppositis vel superioribus alternis patulis subtus prominentibus, supra glabra et nitidula, subtus pube laxa molli ad nervos densiore induta, (sicca) pallide subfusca, dense minutim pellucido-punctata; paniculae ad apices ramulorum 4—6, axillares, foliis novellis circ. 2 cm longis suffultae, 3—8 cm longae, pedunculatae, densiflorae; flores breviter pedicellati, pedicellis alabastra subglobosa diametro 2—2,5 mm subaequantibus; calyx adpresse puberulus, 5-partitus, segmentis acutis; petala 5, anguste imbricata, ex ovato oblonga, acuta, vix 3 mm longa, carnosula, utrinque pulverulento-puberula, insuper extus pilis adpressis adspersa; stamina ima basi connata, superne vix angustiora et intus villosa, apice obtusa, vix emarginata; antherae breviter ovatae, apiculatae, parce pilosulae; germen pyramidato-conicum, dense villoso-tomentosum, disco carnoso lato subpatellari cum staminibus connato germinis basin cingenti supra villoso insidens, immo quodammodo immersum, disco vix longius, triloculare; stylus germine paullo longior, subteres, villosus; stigma capitatum, supra obscure trilobum; gemmulae in alabastro nondum evolutae. (Fructus ignotus.) -- Guatemala: Friedrichsthal (ao. 1841; Hb. Vindob.).

Digitized by Google

pania glabra. Dieses Exemplar wurde, wie aus der Anführung desselben bei Schlechtendal und Chamisso (Linnaea, 1831) hervorgeht, die Veranlassung, dass eine wirklich mit *Cupania glabra* nahe verwandte Pflanze, die *Cupania dentata* nämlich, von den genannten Autoren mit der Kunth'schen Pflanze vermengt und so als dritte mit dem Namen *Cupania scrobiculata* bezeichnet wurde. Aber auch die echte *Cupania scrobiculata* L. Cl. Rich. sollte noch in Exemplaren, welche Miquel *Cupania guianensis* genannt hatte, mit der heterogenen *Cupania scrobiculata* Kunth verwechselt werden. Es geschah das durch Grisebach, welcher in der Bonplandia 1858 *Cupania guianensis* Miq. mit Unrecht als Synonym zu *Cupania scrobiculata* Kunth verbringt, auf welche er an dieser Stelle richtig Exemplare von Duchassaing aus Panama bezieht. In die Fussstapfen von Schlechtendal und Chamisso traten später W. Hooker und Arnott, indem auch sie Exemplare der *Cupania dentata* als *Cupania scrobiculata* Kunth bezeichneten (Bot. Beech. Voy., 1841).

50. Ueber *M. laevigata* und *M. opaca* vergleiche Zusatz 52.

51. *M. paucijuga* steht der *M. glaberrima* sehr nahe. Die Frage hinsichtlich einer allenfallsigen Vereinigung beider wird bei dem Bekanntwerden neuer, vollständigerer Materialien um so aufmerksamer in's Auge zu fassen sein, als die Angabe über die Heimat der ersteren der nöthigen Genauigkeit (und vielleicht auch der Sicherheit?) entbehrt.

52. Was die zu *M. glaberrima* gebrachte *Cupania laevigata* (non Miq.) Griseb. in Bonpl. 1858, coll. Duchassaing, betrifft, so habe ich, wie das in Klammern gesetzte Rufzeichen unter n. 142 der Tabelle andeutet, nicht das betreffende Exemplar selbst gesehen, wohl aber das allem

Anscheine nach ein Schwesterexemplar desselben darstellende im Pariser Herbare, welches Triana und Planchon unter „*Cupania laevigata* Miq., Seem.“ mit dem Namen *Cupania glaberrima* Duschass. erwähnt haben, und welches übereinstimmt mit der Pflanze, die Seemann unrichtiger Weise auf *Cupania laevigata* Miq. bezogen hat. Mit Recht bringt also Grisebach die Pflanze von Duchassaing mit der von Seemann (coll. n. 289) in Verbindung, nur verfällt er dabei in denselben Fehler wie Seemann, indem er so wenig wie dieser die *Cupania laevigata* Miq. davon unterscheidet, ein Fehler, der sich auch bei Triana und Planchon noch erhalten hat. *Cupania laevigata* Miq. hat mit *M. glaberrima* so wenig zu thun, wie die eine und die andere dieser Pflanzen mit *Cupania glabra*, mit der Grisebach ein Jahr später (1859, in Fl. Brit. W. Ind. Isl.) beide, d. h. *Cupania laevigata* Miq.-Seem., als eine Form mit ganzrandigen Blättern zusammengeworfen hat.

Cupania laevigata Miq. ist übrigens meines Erachtens selbst schon eine aus zweierlei Pflanzen, die ich als *M. laevigata* und *M. opaca* unterschieden habe (s. d. Uebersicht n. 14 und 15 und die in der Tabelle dazu angeführten Synonyme), gebildete Doppelart. Durch ein Versehen ist weiter der Name *Cupania laevigata* auch noch zu *Terminalia dichotoma* durch Hohenacker auf den Etiquetten der von ihm edirten Sammlung gelangt (s. d. Tabelle n. 143). Ueber die mit all diesen Pflanzen nicht in Verbindung stehende *Cupania laevigata* L. Cl. Rich. ist schon in Zusatz 48 das Nöthige bemerkt worden.

53. *M. guianensis* ist schon oben in Zusatz 48 im Zusammenhange mit der anderen bereits von Aublet berührten Art, *M. arborescens*, in nähere Betrachtung genommen worden.

Ob eine oder die andere der Formen, welche ich als

Digitized by Google

Theile der Art betrachtet und mit möglichster Rücksichtnahme auf die geographische Verbreitung unterschieden habe, als eine selbständige Art aufzufassen sei, diese Frage muss der Zukunft zu beantworten überlassen bleiben. Ich konnte nach einem verhältnissmässig reichen Materiale, in welchem Uebergänge zwischen all diesen Formen in mannigfacher Weise vorhanden waren, vielfach aber nur in unvollständigen, bald nur mit Blüthen, bald nur mit Früchten versehenen Materialien, einigermassen scharfe Grenzen und Unterschiede von erheblicher Natur nicht auffinden, so sehr auch die Endglieder der ganzen Formenreihe von einander abzuweichen schienen. Manche dieser Formen nähern sich in einzelnen Stücken (Gestalt und Nervatur der Blättchen etc.) sehr den beiden vorausgehenden Arten, besonders die Form „*fuscescens*" der *M. sylvatica* und die Form „*livescens*" der *M. discolor*, deren zweite Form nach dem Bekanntwerden der Frucht wohl als eine besondere Art sich darstellen dürfte. Viel geringer ist, abgesehen von der Unterform „*pilosula*", welche die Brücke zu *M. mollis* bildet, die Aehnlichkeit mit den der *M. guianensis* (in der oben gegebenen Uebersicht) folgenden Arten.

54. Für *M. heterophylla* und deren angeblich essbare Früchte führt Martius (Hb. Fl. bras., Sep. Abdr. p. 150) den Vulgärnamen „Pitombeira" an. Dem liegt wohl nur eine Verwechselung mit *Talisia esculenta* oder einer verwandten *Talisia*-Art zu Grunde.

55. Zu den unter *M. juglandifolia* erwähnten Vulgärnamen „Caxna branca" und „Paó pombo" bemerkt Warming in seinem Herbare, dass dieselben seiner Meinung nach vielmehr gewissen Bäumen aus der Familie der Meliaceen und Terebinthineen zukommen.

Digitized by Google

56—59: Zusätze zur Gattung Mischocarpus.

56. Uebersicht der Arten von

Mischocarpus Bl.

× Endocarpium glabrum, totum vel fere totum sclerenchymaticum; fructus extus glabratus (species asiaticae)

+ Flores petalis (vix unguiculatis) instructi

1) M. pentapetalus Radlk: Foliola 4—8, reticulato-venosa; petala squamuligera; discus et stamina hirsuta. — Silhet (t. Roxb).

2) M. fuscescens Bl.: Foliola 4—10, reticulato-venosa; petala esquamata; discus et stamina plerumque hirsuta. — Silhet: Wallich Cat. n. 8108; Hook. f. et Thoms. (Cupania n. 4); Tenasserim: Helfer n. 982/1 (Cupania Helferi Hiern, cf. p. 517 n. 133); Mergui: Griffith n. 987; Java: Blume; Zollinger n. 507 partim (cfr. M. sundaic.), n. 3266 (M. sundaic., non Bl., Zoll. ed. Turcz. 1863, p. 587); Borneo: Beccari n. 452; ins. philipp.: Cuming n. 507 (Schleichera subundulata Turcz.), 1456, 1483, 1734.

+ + Flores apetali

3) M. sumatranus Bl.: Foliola reti venarum minus angusto supra subtusque prominente instructa; discus et stamina hirsuta. — Sumatra (t. Bl.).

4) M. sundaicus Bl.: Foliola supra laevigata, reti venarum angustissimo elegantissimo supra vix prominulo; discus et stamina subglabra. — Ins. Andam.: Kurz; Malacca: Griffith n. 991; Maingay n. 438; Singapore: Wallich Cat. n. 8092; Walker n. 271; Sumatra: Korthals; Teysm. (Cup. erythrorhachis Miq.); Java: Zolling. n. 507 part. (cf. M. fuscesc.), n. 2643; Celebes, Aru, Key: Beccari it. sec. n. 11, 12, 14"; N.-Guinea: id.

Digitized by Google

n. 13, 14'; ins. philipp.: Cuming n. 1387 (Schleichera revoluta Turcz.), n. 1389, etc. etc.

× × Endocarpium glabrum, juxta dissepimentorum ortum sclerenchymate destitutum; fructus extus glabratus; flores petalis unguiculatis supra unguem marginibus inflexis subsquamulatis instructi (species australienses)

5) M. exangulatus Radlk: Foliola 2—6, subtus pubescentia, reti venarum inaequali laxiore instructa; petioli ramique juniores subtomentosi; discus glaber; stamina puberula; stylus indivisus, apice extus 3-stigmatosus. — Australia orientalis.

6) M. pyriformis Radlk.: Foliola 4—6, glabra, anguste reticulato-venosa; petioli ramique juniores pulverulento-puberuli; discus glaber; stamina hirta; stylus in stigmata 3 divisus. — Australia orientalis.

× × × Endocarpium villosum vel tomentosum; flores M. anodonti apetali, reliquarum ignoti (species australienses)

+ Fructus extus glaber; endocarpium juxta dissepimentorum ortum sclerenchymate destitutum

7) M. grandissimus Radlk.: Foliola plura, grandissima, 30—45 cm longa, 12—15 cm lata, ex ovali oblonga, apice abrupte acuminata, glabra, reticulato-venosa; petalorum vestigia sub fructu nulla; discus glaber. — Australia orientalis.

8) M. anodontus Radlk.: Foliola 2—4, mediocria, elliptica vel elliptico-lanceolata, utrinque acuta, glabra, laxius reticulato-venosa; petala nulla; discus, stamina, germen glabra; fructus longissime stipitatus. — Austr. orientalis.

+ + Fructus extus hirsutus; endocarpium totum sclerenchymaticum

9) M. lachnocarpus Radlk.: Foliola 2, elliptica, subtus pubescentia, reti venarum inaequali angusto instructa;

petioli ramique juniores ferrugineo-tomentosi; petalorum vestigia sub fructu nulla; discus hirsutulus; stamina glabra. — Australia orientalis.

NB. Hujus forsan generis species (suadente Blumeo) Pedicellia oppositifolia Loureiro (Cochinchina).

57. *M. sumatranus* und *M. fuscescens* stehen einander sehr nahe. Wenn sie überhaupt als besondere Arten aufrecht erhalten werden können, so wird das Unterscheidende für *M. sumatranus* mehr in dem Fehlen der Blumenblätter, das auch einzelne australische Arten auszuzeichnen scheint, zu suchen sein, als in der reicheren Gliederung des Blattes, in den zahlreicheren Seitennerven und der Farbe der Blättchen und in der oben (nach *Blume*) „trigonen" Blattspindel (gegenüber der runden von *M. fuscescens*), in welchen von Blume neben dem Fehlen der Blumenblätter hervorgehobenen Verhältnissen alle möglichen Uebergänge sich finden. Aus dieser Auffassung erklärt es sich, dass ich mehrfach Pflanzen, welche von anderen zu *M. sumatranus* gezogen worden sind, zu *M. fuscescens* rechne, so namentlich alle aus dem indischen Festlande und darunter auch die als *Cupania Helferi* von Hiern beschriebene (s. d. Tabelle n. 133, 293), bei welcher, entgegen dessen Angabe, Blumenblätter zu finden sind. Bei beiden Arten sind Staubfäden und Discus gewöhnlich ziemlich dicht behaart, doch ist zur Unterscheidung von *M. sundanus* weniger hierauf als auf die mangelnde Glätte der Blattoberfläche und das lockerere Venennetz Verlass zu nehmen, da wenigstens bei den aus den Philippinen vorliegenden, zu *M. fuscescens* zu rechnenden Pflanzen die erwähnte Behaarung oft kaum beträchtlicher ist als bei *M. sundaicus*, dem sie auch nicht ganz fehlt.

An *M. fuscescens* schliesst sich wieder sehr enge *M. pentapetalus* an, kaum durch etwas anderes, als die voll-

Digitized by Google

kommenere Ausbildung der Blumenblätter unterschieden. Das Original desselben ist im britischen Museum vorhanden

Besonders bei ***M. sundaicus*** und ***fuscescens*** sind die Blättchen unterseits in den Nervenachseln gewöhnlich mit drüsenartigen Grübchen versehen. Doch bildet das keinen durchgreifenden Charakter.

58. Bei *M. grandissimus* finde ich den Samenmantel kahl, entsprechend der neueren Angabe F. v. Müller's (Fragm. IX, p. 91). Auch bei den übrigen Arten, soweit Früchte derselben vorliegen, besitzt er diese Beschaffenheit.

Ein durchgreifendes Einzelmerkmal für die Unterscheidung der australischen von den asiatischen Arten war nicht aufzufinden. Doch lässt sich unter Berücksichtigung von zweierlei Verhältnissen vor der Hand, und bis etwa die Vervollständigung der Materialien für die australischen Arten bessere Kriterien an die Hand gibt, folgende Unterscheidung treffen: Bei den asiatischen Arten sind die Früchte aussen und innen kahl und haben ein vollständig sklerenchymatisches Endocarp; die Früchte der australischen Arten sind entweder aussen und innen oder doch innen behaart, oder wenn beiderseits kahl, haben sie ein unvollständig sklerenchymatisches Endocarp.

59. Ob ***Tripha*** Noronha auf ***Mischocarpus*** zu beziehen sei, ist unsicher; der Vulgärname „Kihoè" kommt noch Pflanzen aus dreierlei anderen Gattungen zu (s. d. Tabelle p. 690). Gleichfalls unsicher ist das Verhältniss von *Pedicellia* Lour. zu *Mischocarpus*.

60—62: Zusätze zur Gattung Molinaea.

60. Uebersicht der Arten von

Molinaea Comm. ed. Juss.

(NB. Discus omnium tomentosus; endocarpium omnium glabrum.)

× Fructus ex obovato cuneatus

1) M. macrantha Radlk.: Foliola 4—6, sat magna, circ. 14 cm longa, elliptico- vel ovato-lanceolata, coria[illegible], pellucide punctata, plurifoveolata; inflorescentiae e ramis ve[illegible] tustioribus enascentes, laxiflorae nec nisi pedicellos 1-flo[illegible] juxta rhachin ramosque, si qui sunt, gerentes; flore[illegible] magni; calyx dense cano-puberulus; germen tomen[illegible] tosum. — Ins. Mauritii: Riche (Hb. Ventenat. nunc Deless.; Hb. Labillard., nunc Webb.).

× × Fructus infra seminum insertionem in stipitem lon[illegible] giorem brevioremve abrupte contractus

+ Fructus longiuscule stipitatus

* Foliola sat magna, coriacea, plurifoveolata

2) M. arborea Gmel. emend.: Foliola plerumque 6—[illegible] lanceolata, 4—9 cm longa, pellucide punctata; infloresce[illegible] tiae axillares, densiflorae, e cincinnis vel dichasiis comp[illegible] sitae; flores majusculi; calyx dense flavide sericeo-tome[illegible] tosus; germen stipitatum, adpresse tomentosum; fruc[illegible] glabratus. — Ins. Mauritii et borbonica: Aublet (Hb. J[illegible] n. 11365), Commerson, Martin, Thouars, Nérand ([illegible] Deless.), Richard, Boivin etc.; ins. Madagascar: Boivin.

3) M. cupanioides Radlk.: Foliola 2—4, plerum[illegible] ovalia, 3—7 cm longa, sparsim pellucide punctata; in[illegible] florescentiae axillares (ut in antecedente); flores minores; calyx subglaber; germen stipitatum, vix pilis sing[illegible] adspersum; fructus glaber. — Ins. Mauritii et borbo[illegible] nica: Aublet (Hb. Jacq., nunc Vindob.), Commers[illegible] Thouars etc. etc.

** Foliola parva, membranaceo-coriacea, subtus [illegible] medium 1-foveolata

4) M. retusa Radlk.: Foliola plerumque 8—10, obl[illegible] ovalia, retusa, basi oblique attenuata subsessilia, s[illegible] 3-centimetralia (4 cm non excedentia), obscurius p[illegible] lucide punctata; inflorescentiae axillares; flores me[illegible] cres; calyx et germen stipitatum adpresse cano-p[illegible]

bescentia. — Madagascar: Richard n. 8 (Hb. Webb), n. 77 (Hb. Franquev.), n. 117 (Hb. Par.; „arbre des forêts de Vohémor"). — Cortex candicans, lenticellosus.

+ + Fructus breviter stipitatus vel subestipitatus (foliola sat magna; calyx pubescens)

* Foliola foveolata

5) M. Tolambitou Radlk: Cortex candicans, seriebus lenticellorum notatus; foliola 4—10, lanceolata, circ. 9 cm longa, submembranacea, nervis lateralibus inferioribus adscendentibus, superioribus horizontalibus dein prope marginem arcuato-adscendentibus, utrinque reticulato-venosa, obscurius pellucide punctata et lineolata; flores majusculi. — Madagascar: Chapelier (Hb. Par.); Goudot (ao. 1833, Hb. Deless.).

* * Foliola efoveolata

6) M. petiolaris Radlk.: Cortex subfuscus; folia longe petiolata; foliola circ. 8, lanceolata, 8—11 cm longa, membranacea, nervis lateralibus horizontaliter patentibus, prope marginem arcuato-adscendentibus, pellucide punctata. — Madagascar: Goudot (Hb. Deless.)

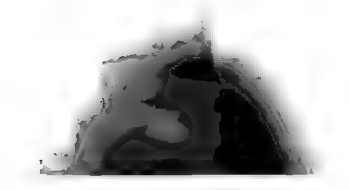
7) M. brevipes Radlk.: Cortex subfuscus; folia breviuscule petiolata; foliola circ. 4, lanceolato-oblonga, 4—10 cm longa, coriacea, nervis lateralibus numerosioribus obliquis, sat crebre pellucide punctata. — Madagascar (Sainte-Marie): Boivin (Hb. Boiss.). — Habitu similis M. arboreae, sed foliola multinervia, efoveolata, fructus vix stipitatus.

61. Den Namen *Molinaea arborea* hat Gmelin (1791) offenbar aus der von Jussieu der Gattung bei ihrer ersten Veröffentlichung beigefügten Bemerkung „Arbores aut arbusculae etc." entnommen, welche die beiden von Commerson gesammelten, im Hb. Jussieu enthaltenen, von Lamarck (1793?) abgebildeten und später von Willdenow (1799) als *Molinaea alternifolia* und *laevis* bezeichneten Arten zu-

gleich betrifft, indem jede derselben als grösserer und kleinerer Baum und selbst in Strauchform auftritt. Da Gmelin, wie aus der Aufstellung nur einer Art hervorgeht, den ganzen damals bekannten Inhalt der Gattung *Molinaea* nur als eine Art sich vorstellte, so ist durch seine Hinweisung auf Jussieu und die Charakterisirung der Gattung eine Beschreibung der Art selbst ersetzt und letztere demnach als giltig aufgestellt zu betrachten. Der ihr von Gmelin gegebene Name, resp. Artbeiname, ist demnach der älteste und als solcher zu erhalten. Er ist dabei auf die eine der Jussieu vor Augen gewesenen Arten zu beschränken und zwar am besten auf jene, welche im allgemeinen den robusteren Wuchs besitzt, d. i. die später von Willdenow so genannte *Molinaea alternifolia*, unter Ausscheidung dessen, was Willdenow als *Molinaea laevis* bezeichnet hat.

Auch für diese *M. laevis* Willd. ist übrigens schon ein älterer, nach Materialien P. Hermann's von Gärtner (1791) aufgestellter Name „*Gelonium cupanioides*" vorhanden, aus welchem nach den De Candolle'schen Nomenclaturregeln die Bezeichnung *Molinaea* cupanioides zu bilden ist, unter Beifügung der Synonyme *Molinaea arborea* Gmelin ex parte und *Molinaea laevis* Willd.

Gärtner's Abbildung der von P. Hermann mit der Bemerkung „*Arboris elegantis fructus ex sylvis insulae Mauritii*" erhaltenen Frucht ist trotz der Angabe Gärtner's, dass die Frucht zweifächerig sei, zweifellos auf die nachmalige *Molinaea laevis* Willd. zu beziehen. Weder die Gestalt der Frucht, noch die Angabe über ihre Herkunft aus Mauritius lässt den Gedanken aufkommen, dass sie einer der bisher sämmtlich nur aus Madagascar bekannt gewordenen Arten von *Tina* mit typisch zweifächerigen Früchten angehören könne. Auch die Früchte von *Molinaea* erscheinen, obwohl der Anlage nach dreifächerig, durch Verkümmerung eines Faches, das dann der Beobachtung sich leicht entziehen kann, mitunter als



Digitized by Google

zweifächerig. Die Früchte der beiden anderen aus Mauritius bekannten Arten von *Molinaea* (*M. arborea* und *macrantha*) weichen durch Grösse und Gestalt von Gärtner's Abbildung erheblich ab. Sehr deutlich hat Gärtner die notorrhize Beschaffenheit des Embryo zur Darstellung gebracht.

Den bisher besprochenen beiden Arten, die er nach dem Vorgange Anderer mit den Artbeinamen Willdenow's unter *Cupania* als *C. alternifolia* und *C. laevis* aufführte, fügte De Candolle (Prodr. I) eine vermeintlich neue Art als *C. venulosa* hinzu. Baker hat in seiner Flora von Mauritius sicher Recht gethan, wenn er diese drei Arten auf zwei reducirte, indem er zugleich für die eine derselben, für die er den Namen *C. venulosa* beibehält, ganz richtig den kahlen Kelch, wie schon Poiret (1811) für *C. laevis*, als Hauptunterschied hervorhebt. Nur hätte er dann eben *C. venulosa* als Synonym von *C. laevis* und nicht *C. alternifolia* als solches betrachten sollen, natürlich unter entsprechender Regulirung der Diagnosen. Nur das, was De Candolle als *C. laevis* vor sich hatte, ist eins mit *C. alternifolia*, d. i. *Molinaea arborea*, und, wie das Hb. Prodromi ausweist, nur ein minder kräftiges Exemplar der letztgenannten Art, durch dessen Missdeutung es für De Candolle eben nothwendig wurde, die echte *C. laevis*, d. i. *Molinaea cupanioides*, als etwas Neues unter dem Namen *C. venulosa* anzusehen.

Die dritte, oben aufgeführte Art aus Mauritius mit ganz abweichender Gestaltung der Frucht, *M. macrantha*, ist sowohl Baker als seinen Vorgängern unbekannt geblieben.

Dass *M. arborea* Gmel. em. in einem von Aublet herrührenden Exemplare des Hb. Jussieu (n. 11365) von Cambessedes (1829) für *Matayba guianensis* Aubl. genommen worden ist, wurde schon bei dieser (p. 638) erwähnt.

Endlich, dass *Molinaea arborea* Gmel. em. nichts zu

thun habe mit *Molinaea arborea* Blanco (s. oben p. 537, 620), bedarf kaum der Erwähnung.

62. *Callidrynos* Néraud — aus δρύϊνος, von Eichen? oder doch sicher mit Beziehung auf δρῦς, δρυός, Eiche, Baum gebildet — klingt geradezu wie eine Uebersetzung der ersten Worte in der oben nach Gärtner angeführten Phrase P. Hermann's „*Arboris elegantis* etc." Die auch mit Rücksicht auf das Vaterland der Néraud'schen Pflanze — Mauritius — sich ergebende Vermuthung, dass dieselbe der P. Hermann'schen nahe stehen möchte, wird bekräftiget durch den Umstand, dass im Hb. Delessert mit der Angabe „Ile de France et Bourbon, Mr. Néraud" Exemplare der *Molinaea arborea* Gmel. em. sich vorfinden. Es scheinen mir dieselben geradezu als Belegstücke für *Callidrynos* Néraud, obgleich dieser Name nicht dabei bemerkt ist, genommen werden zu dürfen.

63: Zusatz zur Gattung Pentascyphus.

63. Da *Pentascyphus thyrsiflorus* zur Zeit die einzige Art dieser Gattung darstellt, so bildet die oben (p. 495) gegebene Gattungscharakteristik zugleich die Charakteristik der Art. Dieselbe mag durch folgende Angaben ergänzt sein: Foliola elliptico-lanceolata, inferiora circ. 8 cm longa, 4 lata, superiora circ. 18 cm longa, 7 lata, petiolulata, petiolulis 5 mm longis, acuta vel acuminata, subglabra, subtiliter reticulato-venosa, obscurius pellucide punctata; petioli striati ramique flavescenti-puberuli, cortice pallide viridi seriebus lenticellorum albidorum striato; inflorescentiae 8—20 cm longae, supra partem inferiorem quintam vel quartam nudam dichasiis 1 cm plerumque non superantibus laxe, apice vero densius obsitae; flores 2,5 mm longi et lati, breviter pedicellati. — Guiana gallica: Leprieur n. 335 (ao. 1833—34; Hb Paris., DC., Deless., Franqueville).

Digitized by Google

64—65: Zusätze zur Gattung Phialodiscus.

64. Uebersicht der Arten von

Phialodiscus Radlk.

1) P. unijugatus Radlk.: Folia 1-juga, rarius 2-juga; foliola breviter obtuse acuminata; pedicelli calycesque minutim puberuli (flores quam in specie altera paullo majores). — Guinea superior: Mann n. 760.

2) P. zambesiacus Radlk.: Folia 2—3-juga; foliola acutiuscule acuminata; pedicelli calycesque hirtelli (calycis costae inde minus conspicuae, flores quam in specie altera paullo minores). — Mozambique (ad lacum Nyassa): Dr. Kirk.

65. Die Unterschiede zwischen den beiden Arten sind nicht sehr erheblicher Natur. Schon Baker fügte der letzteren derselben die Bemerkung bei: Closely allied to the preceding. Der ersteren schreibt er, wie er auch im Artbeinamen ausdrückte, nur ein Joch von Blättchen zu; doch habe ich an von ihm selbst mit diesem Namen versehenen Exemplaren von Mann im Herbarium zu Kew ein weiteres Blättchen-Paar gesehen, ganz an der Basis des Blattstieles inserirt, so wie es für die zweite Art von ihm hervorgehoben wird. Vielleicht werden vollständigere Materialien eine Vereinigung beider Arten angemessen erscheinen lassen. Die Frucht ist leider von keiner derselben bekannt. Demgemäss ist auch die Zugehörigkeit der Gattung zu den Cupanieen noch nicht über allen Zweifel erhaben.

66: Zusatz zur Gattung Pseudima.

66. Für *Pseudima frutescens* begnüge ich mich, hier das Standorts- und Materialienverzeichniss beizufügen: Guiana gallica: Aublet (Hb. Mus. Brit.; Hb. Smith, resp. Linn. f.);

Digitized by Google

Martin („Cayenne"; Hb. Hook.); in Brasiliae prov. Maranhão: G. Don n. 123 (Hb. Mart.); Gardner n. 5983 (m. Jun., 1841; flor.); in Bras. prov. Pará: Sieber n. 45 („Uarana"; Hb. Willd. n. 7257, comm. Hoffmannsegg); Martius („prope Pará, m. Apr. 1820"; flor.; observ. ined. n. 3275; Hb. Monac.); Riedel n. 1271 („in sylvis Rio Madeira, m. Maj. 1828"; flor.); Burchell n. 9189; in Bras. prov. Alto-Amazonas: Martius („prope Coari et Ega, m. Nov. 1819"; fruct.; Hb. Monac.).

Bemerkenswerth ist der von Sieber angegebene Vulgärname „Uarana" wegen seiner Aehnlichkeit mit *Vouarana* Aubl.

Weitere Bemerkungen sieh in der Abhandlung über *Sapindus* etc., p. 358.

67—68: Zusätze zur Gattung Rhysotoechia.

67. Uebersicht der Arten von

Rhysotoechia Radlk.

Sectio I. Eurhysotoechia: Fructus trilocularis, endocarpio glanduloso; petala (solummodo in R. Mortoniana visa) squamularum loco glandulis bifurcis appendiculata; thyrsi laxiflori; foliola supra subtusque glandulis basi vel totis immersis ornata.

× Thyrsi axillares, solitarii

1) R. bifoliolata Radlk.: Folia 1-juga; petioli supra subcanaliculati, 2—5 cm longi; foliola lanceolata, 8—10 cm longa, 2,5—3 lata, obtusa, subemarginata, in petiolulum circ. 5 mm longum sensim attenuata, margine revoluta, reti venarum vix prominulo instructa; fructus breviter stipitatus. (Flores ignoti.) — Australia orientalis: O'Shanesy (Rockhampton; comm. F. v. Müller).

2) R. Mortoniana Radlk.: Folia 2-juga (superiora tantum depauperata, 1-juga); petioli supra planiusculi, 3—5 cm longi; foliola elliptico-lanceolata, 10—14 cm

Digitized by Google

longa, 4—5,5 lata, acuta vel subacuminata, in petiolulum 8—18 mm longum coarctata, reti venarum utrinque prominente instructa. (Fructus ignoti.) — Australia orientalis (Rockingham Bay).

3) R. grandifolia Radlk.: Folia 3-juga (superiora depauperata); petioli teretes, 8—12 cm longi; foliola elliptica vel subovata, 20—40 cm longa, 8—11 lata, breviter acuminata, in petiolulum vix 2 cm longum contracta, laxe reticulato-venosa; fructus breviter stipitatus. (Flores ignoti.) — Borneo: Korthals (Hb. Lugd.-Bat.); Poeloe Gébén: Teysmann (Hort. Bog. n. 7488).

× × Thyrsi in ramis vetustioribus (terni, quaterni) fasciculati

4) R. ramiflora Radlk.: Folia 3—4-juga (superiora depauperata); petioli supra planiusculi, 5—8 cm longi; foliola elliptica vel subovata, 12—20 cm longa, 5—8 lata, obtusa, in petiolulum 2—6 mm longum contracta, laxe reticulato-venosa; fructus longius stipitatus. (Floris partes non nisi sub fructu relictae visae). — Celebes: Beccari it. sec. n. 10.

Sectio II. Leptostigma: Fructus trilocularis, endocarpio glanduloso; stylus germen longitudine subaequans, supra medium lineis stigmatosis 3 (suturalibus) instructus; petala nuda, intus pilosiuscula, ciliolata; paniculae ramosae densiflorae; foliola glandulis immersis ornata.

5) R. Robertsoni Radlk. (Cupania R. F. Müll., excl. exclud.): Foliola 3—8, lanceolata, acutato-acuminata, vix petiolulata, utrinque virescentia, nervis lateralibus oblique arcuato-adscendentibus. — Australia orientalis (Rockingham Bay).

Sectio III. Clitostigma: Fructus bilocularis, endocarpio eglanduloso; stylus germine brevior; stigma breve, utrinque in lobum (suturalem) extrorse declivem pro-

Digitized by Google

ductum; petala nuda, intus dense pilosa; paniculae ramosae, sat densiflorae; foliola eglandulosa.

6) R. flavescens Radlk.: Folia 3—4-juga, petiolo 6—7 cm longo, teretiusculo, rhachi supra plana; foliola oblonga, utrinque acuminata, petiolulata, superiora majora 14—20 cm longa, 4—5,5 cm lata, margine revoluta, (sicca) flavescentia, nervis lateralibus numerosis patentibus; flores majusculi. (Fructus maturus non visus.) — Australia orientalis: Dallachy (Rockingham Bay; comm. F. v. Müller).

68. Die Unvollständigkeit der meisten Materialien, welche hier zusammengefasst sind, erlaubt kein sicheres Urtheil darüber, ob nicht die eine oder andere Section als selbständige Gattung aufzufassen sein dürfte. Die eigenthümliche Beschaffenheit des Embryo von *R. Robertsoni* hat schon oben, p. 464, Erwähnung gefunden. Ebenso p. 484 und 485 das Fehlen der Drüsen an den Blättchen und dem Endocarpe bei einer der Arten (*R. flavescens*).

Dass *R. bifoliolata* und *flavescens* von F. v. Müller (in Fragm. IX, 1875, p. 94) unter *Cupania Robertsoni* mitverstanden worden sind, ist aus der Tabelle n. 217 u. 218 zu ersehen.

Für *R. flavescens* mag noch erwähnt sein, dass das Blatt Krystalldrusen enthält, deren Theile in mehrere benachbarte Zellen hineinragen.

69—70: Zusätze zur Gattung Sarcopteryx.

69. Uebersicht der Arten von

Sarcopteryx Radlk.

× Fructus alae acutae

+ Foliola glabra vel subglabra

Digitized by Google

1) S. melanophloea Radlk.: Foliola elliptica vel elliptico-lanceolata, glabra; petioli ramulique subglabri. — Novo-Guinea (Ansus): Beccari it. sec. n. 15.

2) S. squamosa Radlk.: Foliola ovato-lanceolata, glabra; petioli ramulique cano-tomentelli. — Moluccae: Chr. Smith (Sapindus s. Roxb.); Teysmann (Amboina, Hila; Hort. Bog. n 14255).

3) S. coriacea Radlk.: Foliola ovato-lanceolata, pilis teneris laxe adspersa; petioli ramulique rufescenti-tomentosi. - Ins. Waigiou (Offiak): D'Urville (Hb. Brongniart).

+ + Foliola subtus subtomentosa

4) S. Martyana Radlk.: Foliola oblongo- vel subovato-lanceolata, acuminata; petioli ramulique dense ferrugineo-tomentosi. — Australia orientalis (Rockingham Bay).

× × Fructus alae obtusae, angustae, cariniformes

5) S. stipitata Radlk.: Foliola lanceolata, acuta, glabra; petioli ramique puberuli. — Australia orientalis (N. S. Wales).

70. Bei *Sarcopteryx stipitata* ist die Frucht, welche mir erst jüngst bekannt geworden ist, mehr mit kielförmigen Kanten als eigentlichen Flügeln versehen. Der Inhalt der Pericarpzellen und die Beschaffenheit des Embryo lässt übrigens an der Zusammengehörigkeit der Pflanze mit den übrigen Arten keinen Zweifel. Ueber die Missdeutung der Pflanze durch Seemann sieh die Tabelle n. 578 und Zusatz 33, p. 616.

71—72: Zusätze zur Gattung Sarcotoechia.

71. Uebersicht der Arten von

Sarcotoechia Radlk.

1) S. cuneata Radlk.: Germen biloculare; folia 1-juga; foliola ex oblongo cuneata, obtusa vel subacuta, multi-

Digitized by Google

nervia, nervis patulis. (Petalorum squamae rudimentariae.) — Australia orientalis: Dallachy (Rockingham Bay; comm. F. v. Müller).

2) S. protracta Radlk.: Germen triloculare; folia 2—4-juga; foliola oblongo-lanceolata, in acumen obtusiusculum protracta, basi acuta, nervis lateralibus minus numerosis curvatis oblique adscendentibus. — Australia orientalis: Dallachy (Rockingham Bay; comm. F. v. Müller).

72. Die eigentliche Grundlage der Gattung bildet die zweite Art mit vollständiger entwickelten Blumenblättern. Von der eigenthümlichen Beschaffenheit des Embryo der ersten Art war schon p. 464 und 465 die Rede. Die beiden Arten stellen zusammen das dar, was Ferd. v. Müller (in Fragm. IX, 1875, p. 94) als von Dallachy an der Rockingham's-Bucht gesammelte *Cupania tenax* aufgeführt hat (s. d. Tabelle n. 260, 261).

73: Zusatz zur Gattung Scyphonychium.

73. Für *Scyphonychium multiflorum* kann ich mich hier darauf beschränken, das Standorts- und Materialienverzeichniss mitzutheilen: Brasiliae prov. Bahia: Riedel n 531 („ad flumen Itahipe, m. Nov. 1821; arbor 15—20-pedalis"; flor.); id. „F"; Luschnath („ad Ilheos, m. Dec. 1836" = Mart. Hb. Fl. bras. n. 484; flor.).

74: Zusatz zur Gattung Storthocalyx.

74. Uebersicht der Arten von

Storthocalyx Radlk.

× Fructus obtusangulus, trigono-pyriformis vel subglobosus; folia 1—3-juga; foliola ovalia vel obovata, breviter petiolulata

+ Folia 1-juga, hypodermate nullo, subtus inter venas tantum papillosa

Digitized by Google

1) S. **leioneurus** Radlk.: Foliola pilis brevibus flavidis laxe (petioli ramique juniores densius) adspersa, epidermide subtus supra nervos et venas (nodulis instructas) laevigata (nec papillosa); fructus velutino-tomentosus. — Novo-Caledonia: Vieillard n. 2385 (Wagap); Pancher (Baudouin?) n. 139; Balansa n. 158 (pr. Nouméa), n. 2261 (Congui).

+ + Folia 1—3-juga, hypodermate instructa, subtus undique papillosa

2) S. **chryseus** Radlk.: Foliola praesertim subtus (petiolique ramique juniores) pilis brevissimis chryseo-ferrugineis crebris adpressis vestita, denique plus minus glabrata; fructus velutino-tomentosus. — Novo-Caledonia: Vieillard n. 244 (Wagap, Balade), n. 2387 (Canala); Pancher (Vieillard?) n. 779; Balansa n. 2260 (Canala).

3) S. **sordidus** Radlk.: Foliola subtus (petiolique ramique) tomento lanoso sordide fusco detergibili induta, mox decalvata; fructus lanoso-tomentosus. — Novo-Caledonia: Balansa n. 1454 (inter S. Louis et Ounia).

× × Fructus acutangulus, trialato-trilobus, ambitu pyriformis; folia 3—5-juga, hypodermate instructa, subtus undique papillosa

4) S. **Pancheri** Radlk.: Foliola oblonga, longius petiolulata, margine revoluta, subtus (petiolique ramique juniores) pilis brevissimis adpressis chryseo-subsericea, denique glabrescentia; fructus sericeo-tomentosus. — Novo-Caledonia: Deplanche n. 448; Balansa n. 2270 (Port-Bouquet), n. 2270, a (Canala; Cupania Pancheri Baill.).

75—77: **Zusätze zur** Gattung Tina.

75. Uebersicht der Arten von

Tina Roem. & Schult. em.

(NB. Discus omnium glaber; germen ad angulos pilosum, in sola T. dasycarpa totum hirsuto-tomentosum;

endocarpium in T. madagascariensi glabrum, in reliquis parce pilosum vel subtomentosum; foliola omnium punctis pellucidis lineolisque perbrevibus dense notata. Omnes madagascarienses.)

× Foliola submembranacea, insigniter serrato-dentata

+ Foliola utrinque glabra

1) T. madagascariensis Radlk.: Rhachis foliorum marginata; foliola 8—10, oblongo-lanceolata, inferiora 3, superiora 7 cm longa; endocarpium glabrum. — In Madagascariae parte orientali: Thouars? (Hb. Par., fructif.); Chapelier n. 73 (Hb. Par., fructif.; Cupania Chapelieriana Camb., 1829); id.? (Hb. Richard, nunc Franquev., fructif.); „ex Hb. de Bruguière" in Hb. Juss. n. 11413, florif.; ex eodem Hb.? in Hb. Deless., Hb. Paris. et Hb. Prodr. De Candolleani, florif. (Garuga madagascariensis DC. Prodr. II, 1825, p. 81; Deless. Ic. sel. III, 1837, t. 57; Jagera madagascariensis Blume, Rumphia III, 1847, p. 155 in obs.); Dr. Lyall n. 206 (Hb. Hook., fructif.).

+ + Foliola supra in nervis, subtus undique fulvotomentosa

2) T. fulvinervis Radlk.: Rhachis foliorum teres, fulvotomentosa; foliola 10—12, oblongo-lanceolata, 5—9 cm longa; endocarpium parce pilosum. — Madag.: Thouars (Hb. Par., fructif.).

× × Foliola (plerumque crasse) coriacea, obscure crenatoserrulata vel integerrima

+ Foliola utrinque glabra; germen ad angulos tantum pilosum

* Foliola crenato-serrulata vel subintegerrima, pachyneura (i. e. nervis lateralibus quam venae multo validioribus subtus insigniter prominentibus)

3) T. trijuga Radlk.: Foliola plerumque 6, obovatooblonga, 7—9 cm longa, in petiolulos rapidius contracta,

Digitized by Google

plurifoveolata. — Madag.: Dr. Lyall n. 77 (Hb. Hook.; florif.).

4) T. striata Radlk.: Foliola 4—8, oblonga, 4—7 cm longa, basi subcuneata in petiolulos longiuscule attenuata, efoveolata; „rami virides, fusco-striati" (Bojer in schedis). — In Madag. prov. Eminna, in montibus Antoongoon: Bojer (Hb. Vindob., Hook.); Goudot; (pr. Tananarivo; Hb. Deless.).

* * Foliola integerrima, leptoneura (i. e. nervis lateralibus quam venae vix validioribus, parum prominentibus), efoveolata

5) T. Gelonium Roem. & Schult. em.: Foliola 2—5, ex oblongo cuneata, 5—10 cm longa, apice plerumque retusa; endocarpium subtomentosum. — Madag.: Thouars (Hb. Par.; Hb. Juss. n. 11403, Cupania Thouarsiana Camb., 1829); Pervillé n. 230 (ao. 1841).

6) T. isoneura Radlk.: Foliola oblongo-lanceolata, circ. 6 cm longa, obtusiuscula, rarius subretusa, nervis lateralibus omnibus pariter teneris, venas aemulantibus. — In Madag. prov. Eminna, in montibus Antoongoon: Bojer (Hb. Hook.).

\+ \+ Foliola subtus flavido-tomentosa, supra pilosula; germen totum hirsuto-tomentosum

7) T. dasycarpa Radlk.: Foliola circ. 8, obovata (inferiora minora 2,5 cm longa); endocarpium fructus juvenilis parce pilosum. — In sylvis vastis Béfourouu insulae Madag.: Bojer? (Hb. Hook.).

76. Nur zwei der hier aufgezählten Arten sind schon früher bekannt gewesen, *Tina madagascariensis* und *Tina Gelonium*. Die Geschichte beider mag im Folgenden kurz dargelegt sein.

Nachdem Gärtner i. J 1791 nach einer Pflanze aus Mauritius die Gattung *Gelonium*, welcher oben, p. 475, 532

und 652, in der Synonymie von ***Molinaea*** Comm. ed. Juss., 1789, ihr Platz angewiesen worden ist, aufgestellt hatte, und nicht sehr lange hernach Willdenow die noch heute zu Recht bestehende, von Roxburgh auf eine indische Euphorbiacee basirte Gattung *Gelonium* auf briefliche Mittheilungen des Letzteren hin in seinen Species Plant. IV, 2, 1805, ohne auf die damals noch bestehende Gattung *Gelonium* Gaertn. Bedacht zu nehmen, publicirt hatte, erschien eine dritte, meiner Ansicht nach die Grundlage einer selbständigen Gattung — *Tina* — bildende Pflanze unter dem Gattungsnamen *Gelonium* bei Thouars, 1806, mit ausdrücklicher, wenn auch mit „?" vorgebrachter Beziehung auf *Gelonium* Gaertn.

Eine bestimmte Art machte Thouars für die betreffende Gattung nicht namhaft. Er fügte nur, indem er wohl auch die Gärtner'sche Pflanze mitverstand, den Charakteren der Blüthe und Frucht die Bemerkung bei: Arbores; folia alterna, conjugata vel abrupte et impari-pinnata; petiolus lignescens; flores paniculati — und weiter: Quaedam affinitas in forma fructus et arilli cum Aquilaria Lam.

Die Etiquetten der von Thouars gesammelten und im Hb. Paris., sowie im Hb. Jussieu (n. 11403) noch vorhandenen Pflanzen geben sicheren Aufschluss darüber, dass die eben angeführten Bemerkungen Thouars', obwohl derselbe 2, vielleicht auch 3 der oben aufgeführten Arten gesammelt hatte, sich wesentlich auf eine dieser Arten beziehen, welche ihm aber in verschiedengestaltigen Exemplaren vorgelegen hatte, in Exemplaren nämlich mit einjochigen, und in solchen mit zwei- bis dreijochigen Blättern. Beiden hat Thouars einen provisorischen, von ihm selbst nicht veröffentlichten und deshalb auch hier besser ungenannt bleibenden Gattungsnamen beigefügt, von welchem seine Bemerkung über die Aehnlichkeit seines *Gelonium* mit *Aquilaria* lediglich eine Umschreibung ist. Diesem Gattungsnamen ist für

Digitized by Google

die Exemplare mit einjochigen Blättern ein Artbeiname hinzugefügt, welcher mit der vorhin erwähnten Angabe „folia conjugata" vollständig im Einklange steht. Den anderen Exemplaren, auf welche sich buchstäblich die weitere Angabe „vel (folia) abrupte et impari-pinnata" bezieht, ist nur der in Rede stehende Gattungsname ohne Artbeiname beigefügt. Auf diese beiderlei Exemplare allein endlich, nicht aber auf die noch ausserdem mit Bestimmtheit (s. *Tina fulvinervis*) oder Wahrscheinlichkeit (s. *Tina madagascariensis* Radlk.) von Thouars herrührenden und später zu berücksichtigenden Pflanzen aus der Gattung *Tina*, passt auch die Angabe „petiolus lignescens".

Obwohl für jeden, der die Pflanzen von Thouars nicht selbst consultiren konnte, nicht sicher zu erkennen war, dass Thouars' Bemerkungen sich wesentlich nur auf eine Art beziehen, und obwohl die Autoren, welche Thouars' Mittheilung weiter zu verwerthen versuchten, wie Römer & Schultes (Syst. Veg. V, 1819) und De Candolle (Prodr. I, 1824), die Vermuthung hegten, dass Thouars mehrere Arten der betreffenden Gattung vor sich gehabt habe („Videtur plures habere species, addens characteri generis: Arbores etc." R. & S. p. 414 — „Plures hic videntur pertinere species non descriptae" DC. p. 614), so versuchte doch Niemand, mehr als eine Art aus den Aufstellungen Thouars' zu construiren. Diese eine zweifelhafte Art aber wurde bald unter Erhaltung des fraglichen Zusammenhanges mit der Pflanze Gärtner's, bald unter Lösung dieses Zusammenhanges in das System eingefügt — das erstere durch Römer & Schultes, das letztere durch De Candolle.

Römer & Schultes änderten dabei (1819) den Namen der Gattung „*Gelonium* Gaertn. — Thouars", indem sie entweder diese bis dahin nur aus mangelhaft gekannten Pflanzen gebildete Gattung nicht für geeignet hielten, in

Digitized by Google

einen Prioritätsstreit mit der Gattung Gelonium Roxb. (1805) einzutreten, oder indem sie, das grössere Gewicht auf Thouars' Mittheilungen gegenüber denen von Gärtner legend, die Gattung erst von 1806, statt von 1791, datiren zu müssen glaubten, in *Tina* um („Nomen mutandum, cum sit aliud Gelonium Willd; et cum Gelonium hocce Gaertn. et Thouars nondum satis notum, Tina? interrogamus ut Linnaeus in Quisquali olim" l. c. p. XXXII). Als Artbeinamen benützten Römer & Schultes, indem sie zugleich das Hauptgewicht auf die Thouars'schen Aufstellungen legten und nur mehr ganz nebenbei daran erinnerten, dass Thouars selbst fragweise *Gelonium* Gaertn. dabei angezogen habe, den früheren Gattungsnamen *Gelonium*. Der so entstandene Artname *Tina Gelonium* Roem. & Schult. ist der älteste, welcher die von Thouars gemeinte Pflanze (fast ausschliesslich) betrifft. Er ist nach Ablösung des fragweise von den genannten Autoren noch als Synonym beigefügten *Gelonium cupanioides* Gaertn. als *Tina Gelonium* Roem. & Schult. emend. zweifellos der giltige Name für die von Thouars, wie schon dargelegt, speciell im Auge gehabte und näher charakterisirte Pflanze.

Der Auffassung von Römer & Schultes schloss sich De Candolle in sofern an, als er die Gattung *Tina* annahm. Er trennte mit Recht die in *Tina Gelonium* Roem. & Sch., wenn auch nur als fragweise angeführtes Synonym, noch enthaltene Pflanze von Gärtner (*Gelonium cupanioides* Gaertn.) ab, beliess sie aber bei der Gattung *Tina* als *Tina cupanioides* DC. Der damit schon damals emendirten *Tina Gelonium* R. & S. (em.) gab er den nach den gegenwärtig in Gebrauch stehenden Nomenclaturregeln als überflüssig anzusehenden und somit in die Synonymie der eben genannten Pflanze zu verweisenden Namen *Tina madagascariensis* (unter Beisetzung der nur rücksichtlich des materiellen Inhaltes in Betracht kommenden Autorität „Thouars".)

Digitized by Google

Dabei hob er, wie schon oben erwähnt, hervor, dass die Thouars'schen Angaben auf mehrere unbeschriebene Arten sich zu beziehen scheinen.

Auf diese Bemerkung stützt sich Cambessedes (1829), der erste, welcher von der betreffenden Pflanze selbst wieder etwas zu Gesicht zu bekommen Gelegenheit hatte, bei der von ihm für gut befundenen Neuordnung der Dinge. Cambessedes vereinigte *Tina* R. & S. mit *Cupania*, nahm aber für die Pflanze von Thouars weder den Artbeinamen „*Gelonium*" (R. & S.), noch den von De Candolle gebrauchten „*madagascariensis*" zu *Cupania* hinüber, obwohl keinerlei Hinderniss dafür bestand, sondern nannte die Pflanze, welche ihm aus dem Hb. Jussieu bekannt war [13]), *Cupania Thouarsiana*, weil ihm noch eine zweite, nahe stehende Pflanze aus Madagascar vorlag, die übrigens nicht von Thouars, sondern von Chapelier gesammelt war, d. i. *Cupania Chapelieriana* Camb., welche aber schon De Candolle im Prodr. II, 1825, nach Materialien aus nicht sicher bekannter Quelle als *Garuga madagascariensis* beschrieben hatte, so dass gerade ihr, wie es von Blume bei ihrer Uebertragung in die Gattung *Jagera* (1847) geschehen ist, und da *Tina madagascariensis* DC. nach ihrem Zurücktreten in die Synonymie von *Tina Gelonium* R. & S. em. nicht mehr hindernd im Wege steht, der Artbeiname „*madagascariensis*" zu erhalten ist — *Tina madagascariensis* Radlk. (s. oben p. 532 u. 662).

Cambessedes geht auf die Erörterung der Frage, in welchem Verhältnisse seine *Cupania Thouarsiana* zu der auf Grund von Thouars' Mittheilungen als *Tina madagascariensis* von De Candolle, als *Tina Gelonium* von

13) Es ist das die oben, p. 663, angeführte Pflanze n. 11403 des Herb. Juss., welche von der Hand Jussieu's als *Gelonium* Thouars und als Geschenk Thouars' selbst bezeichnet, ausserdem von Cambessedes eigenhändig mit dem Namen *Cupania Thouarsiana* versehen ist.

Digitized by Google

Römer & Schultes (im wesentlichen) bezeichneten Pflanze steht, nicht ein. Er sucht diesen beiden Namen nicht da oder dort in der Synonymie der Arten einen Platz anzuweisen. Er ignorirt den einen [14]; den anderen (von De Candolle) verwirft er schlechthin und zwar deshalb, weil ihm nicht blos eine auf die Gattungscharaktere von *Gelonium* Thouars beziehbare Pflanze aus Madagascar vorlag, sondern auch eine zweite. Es kann deshalb nicht Wunder nehmen, wenn bei späteren Autoren, und zwar schon zwei Jahre später bei Don, neben *Cupania Thouarsiana* Camb. auch eine *Cupania madagascariensis* („Thouars sub Tina") mit dem Synonyme *Tina madagascariensis* DC. registrirt wird, ganz entgegen der Intention von Cambessedes, durch Ausschliessung des Beinamens „*madagascariensis*" (aus *Tina madagascariensis* DC.) jede Verwirrung hintanzuhalten und einer Verwechselung verschiedenartiger Pflanzen aus Madagascar (zunächst seiner *Cupania Thouarsiana* und *Cupania Chapelieriana*) unter demselben vorzubeugen. Und nicht nur von Don wurde die von Cambessedes rücksichtlich der Klärung ihres Verhältnisses zu seiner *Cupania Thouarsiana* vernachlässigte und seiner Meinung nach der Vergessenheit zu übergebende *Tina madagascariensis* DC. wieder hervorgeholt und zu interpretiren versucht. Auch von Anderen geschah das, und so sehen wir alsbald eine der Gattung *Tina* fern stehende, zu *Harpullia* zu rechnende Pflanze aus Madagascar — *Harpullia madagas-*

14) Wenn Cambessedes nicht so deutlich seine Aufmerksamkeit auf die von De Candolle vorgenommene Ablösung des *Gelonium* Thouars von *Gelonium* Gaertn. an den Tag legte, so könnte man annehmen, dass er *Tina Gelonium* R. & S. stillschweigend unter dem als Synonym zu seiner *Cupania cupanioides* beigesetzten „*Gelonium cupanioides* Gaertn." verstanden habe, ähnlich wie später Steudel unter seiner *Cupania Gelonium* wieder ausdrücklich nicht blos *Gelonium cupanioides* Gaertn. und die daraus hervorgegangene *Tina cupanioides* DC., sondern auch *Tina Gelonium* R. & S. mit inbegriffen hat.

cariensis Radlk.[15]) — als *Cupania madagascariensis* („Don") mit dem Synonyme *Tina madagascariensis* DC. durch Voigt & Griffith im Hort. suburb. Calcuttens. (1845) mit der Pflanze Thouars' vermengt und in den Herbarien als *Tina madagascariensis* (s. d. Tabelle n. 676) bezeichnet, nachdem vorerst Blume (1825) eine andere zu *Harpullia* gehörige und mit der (von Cambessedes nicht erwähnten) *Harpullia cupanioides* Roxb. (1813, 1824) zusammenfallende Pflanze auf die Gattung *Tina* unter dem Namen *Tina rupestris* bezogen hatte, die seinerseits wieder Cambessedes unrichtiger Weise zu *Cupania* (als *C. rupestris*, 1829) verbracht hat.

Von diesen zweierlei *Tina madagascariensis* (DC. nämlich und Herbarior.) wohl zu unterscheiden ist die an erster Stelle der vorausgehenden Uebersicht angeführte, wie schon erwähnt, aus *Garuga madagascariensis* DC., 1825 (*Jagera m.* Bl., 1847)[16]), hervorgehende und die *Cupania Chapelieriana* Camb. in sich schliessende *Tina madagascariensis* Radlk. Cambessedes erwähnt diese Pflanze nur in einem Fruchtexemplare von Chapelier[17]). Das Blüthenexemplar des Hb. Jussieu n. 11413 (nach Jussieu's Angabe ein Specimen unicum aus dem Hb. de Bruguière) hat er nicht damit in Verbindung gebracht, obschon es ihm zweifellos

---

15) Sieh die Abhandlung über die Sapindaceen Holländisch-Indiens p. 53, 95 und über *Sapindus* etc. p. 273.

16) Sie war vor Blume von Wight & Arnott, 1834, fragweise als Synonym zu der indischen *Garuga pinnata* Roxb. gestellt worden, was sich bei Bennett in Hooker Fl. Brit. Ind. I, 1875, p. 528 noch erhalten hat.

17) Sieh die Uebersicht: „Chapelier n. 73". Cambessedes hat der Pflanze, die nach jeder Beziehung, einschliesslich der Standortsangabe „Côte est de Madagascar", sich als Original seiner *Cupania Chapelieriana* zu erkennen gibt, seine Bestimmung nicht beigefügt, und sie fehlt derselben auch heute noch. Eine Etiquette mit der Angabe: „An Gelonium Gaertner? Madagascar, Chapelier" scheint erst in neuerer Zeit dazu gekommen zu sein.

ebenso wohl bekannt war, wie z. B. die in der Anmerkung 13 erwähnte Nummer 11403 des Hb. Jussieu. Mit Nummer 11413 des Hb Jussieu vollständig übereinstimmende Blüthenexemplare (aber ohne jede Angabe über ihre Quelle) finden sich im Hb. Delessert, im Pariser Herbare und im Herbare zu De Candolle's Prodromus. Die letzteren beiden sind (wahrscheinlich von dem Sammler) auf ein und dieselbe fremdartige, von De Candolle (Prodr. II) in die Nachbarschaft von *Garuga* gebrachte Gattung bezogen, was die Bezeichnung der Pflanze als *Garuga madagascariensis* durch De Candolle mit veranlasst haben mag. Weiter noch findet sich im Pariser Herbare ein Fruchtexemplar mit demselben provisorischen Gattungsnamen Thouars' bezeichnet, von welchem oben (p. 664) die Rede war. Ob dieses Exemplar, oder ob wenigstens diese Bezeichnung von Thouars selbst herrühre, wie wohl wahrscheinlich ist, darüber besitze ich keine Gewissheit. So viel aber erscheint mir, da diese Pflanze keinen „petiolus lignescens" besitzt, als gewiss, dass Thouars sie in seinen Bemerkungen über „*Gelonium*" nicht speciell mit im Auge gehabt haben könne, wie schon oben (p. 665) angedeutet.

Dasselbe gilt von *Tina fulvinervis*, welche nach der ihr im Pariser Herbare beigefügten Bemerkung „Hb. Du Petit-Thouars" wohl sicher von Thouars selbst gesammelt, aber, so viel mir erinnerlich, ganz ohne alle Bestimmung von ihm gelassen ist.

77. Was die von Thouars angeführten Charaktere der Gattung betrifft, so ist aus dem Passus: „Corolla ? Squamae hirsutae 5" ersichtlich, dass er über die Auffassung der betreffenden 5 Organe als Blumenblätter im Unklaren geblieben war. Sie sind zweifellos solche, und zwar besitzen sie über dem kurzen Nagel je 2 stark behaarte Schüppchen. Wie Thouars dazu kommt, 5 Staubgefässe (statt 8) anzugeben, ist, wenn hier nicht etwa blos ein Druckfehler vorliegt, im Zusammenhange mit seiner Angabe über die

den Kelch übertreffende Länge der Staubgefässe, welche erst nach voller Entfaltung der Blüthe erlangt wird, vielleicht durch die Annahme zu erklären, dass er bereits zu weit vorgeschrittene Blüthen mit theilweise abgefallenen Staubgefässen untersucht habe. Von Gärtner kann die Angabe nicht entlehnt sein, da Gärtner sein *Gelonium* nur nach einer Frucht beschrieben hat.

Von der erst an weiteren Materialien näher zu untersuchenden Beschaffenheit des Embryo von *Tina madagascariensis* Radlk. war schon oben p. 464, die Rede.

78: Zusatz zur Gattung Toechima.

78. Uebersicht der Arten von

Toechima Radlk.

× Fructus 2-(rarissime 3-) locularis, compressus, angulis (suturalibus) infra medium subalato-productis, pericarpio carnoso sat crasso; foliola minora, 5—7 cm longa

1) T. tenax Radlk.: Foliola 3—6, obovato-oblonga vel sublanceolata, basi subcuneata, subtus plerumque 2—3-foveolata. — Australia orientalis.

× × Fructus 3(—4)-locularis; foliola mojora, 10—20 cm longa

\+ Foliola paucinervia, nervis lateralibus utrinque 5—6 arcuato-adscendentibus

2) T. erythrocarpa Radlk.: Fructus trigono-obovoideus, breviter stipitatus, angulis (suturalibus) infra medium (siccitate) carinato-prominentibus, pericarpio crasso; petioli supra plani vel subcanaliculati; foliola circ. 6, subtus plerumque plurifoveolata. — Australia orientalis.

3) T. subteres Radlk.: Fructus —?; petioli subteretes; foliola circ. 6, vix foveolata. — Novo-Guinea (Ramoi): Beccari it. sec. n. 17.

\+ + Foliola plurinervia, nervis lateralibus utrinque 8—11 patulis

Digitized by Google

4) T. Daemelianum Radlk.: Fructus 3 (–4)-gono-subglobosus, vix brevissime stipitatus, angulis obtusis, pericarpio crasso cellularum sclerenchymaticarum multitudine corticoso-lignoso; petioli teretiusculi; foliola 8–11, efoveolata. — Australia septentrionalis (ad promontorium York).

79: Zusatz zur Gattung Trigonachras.

79. Uebersicht der Arten von

Trigonachras Radlk.

1) T. acuta Radlk.: Foliola 11—15, lanceolata, subfalcata, acutissime acuminata, tenuiora, supra laevigata; inflorescentiae tomentellae. — Malacca: Maingay n. 445.

2) T. cultrata Radlk.: Foliola 14—20, lanceolata, praesertim superiora falcata, acuta, crassiora, supra reticulato-venosa; inflorescentiae dense ferrugineo-tomentosae. — Ins. philippin.: Cuming n. 304.

80: Zusatz zur Gattung Vouarana.

80. Das Standortsverzeichniss von *Vouarana guianensis* ist nach den mir bisher bekannt gewordenen Materialien folgendes: Guiana gallica: Aublet („in sylvis prope amnem Galibiensem, m. Majo, fruct.“; Hb. Mus. Brit.); L. Cl Richard („in sylvis Guianae“; Hb. Franquev.); Leblond (Hb. Par.); Martin (Cayenne; Hb. Hook., Mus. Brit.); collector ignotus (Hb Sims, nunc Benth.); Mélinon (ao. 1842, ex Hb. Par. comm. c. Hb. Hook.); id.? n. 517 (ex Hb. Par. comm. c. Hb. Berol. & Hafn.); Brasiliae prov. Alto-Amazonas: Spruce n. 1746 („prope Barra, m. Oct. 1851“; flor.; cf. p. 528 n. 317).

Ueber die von Cambessedes mit Unrecht hieher be-

Digitized by Google

zogene „*Cupania laevigata* Rich. ined." sieh die Tabelle n. 148 und den Zusatz 48 zu *Matayba arborescens*, p. 638.

Ein dem Gattungsnamen *Vouarana* ähnlicher Vulgärname ist in Zusatz 66 für *Pseudima frutescens* erwähnt.

De Candolle hat Aublet's Pflanze im ersten Bande des Prodromus (1824) als „*Matayba? Vouarana*" unter den Sapindaceen, im zweiten Bande (1825) aber als „*Crudya? Vouarana*" unter den Leguminosen aufgeführt, hier unter Beifügung des Synonymes „*Touchiroa? Vouarana* Rich.mss.!" Das Belegstück zu diesem Synonyme findet sich nicht im Hb. Prodromi und ist mir auch weder in Franqueville's, noch Delessert's, noch im Pariser Herbare unter den Sapindaceen Richard's zu Gesichte gekommen. Möglich, dass es in einem dieser Herbare bei den Leguminosen seinen Platz gefunden hat. Die Deutung desselben als *Vouarana guianensis* Aubl. unter n. 685 der Tabelle beruht lediglich auf der Autorität De Candolle's.

Nachträge. Erst zu Ende des Druckes bin ich gewahr geworden, dass schon Massalongo (Sapindacearum fossilium Monographia, 1852, p. 12) eine Gattung *Euphoriopsis* aufgestellt hat. Der Name mag deshalb oben p. 499, und wo ich ihn sonst für die aus *Sapindus longifolius* Roxb. gebildete Gattung gebraucht habe, durch *Euphorianthus* ersetzt werden.

Auf Seite 437 und 519 ist, wie Seite 495, 545 und 660, *Scyphonychium* zu lesen (statt *Scyphonychia*).

In der Tabelle ist nachzutragen:

Cupania castaneaefolia Mart., 1838, quoad syn. „Trigonocarpus racemosus Vell.?"
= Cupania racemosa Radlk.

Cupania sp Hook. f. & Thoms. Hb. Ind. or. n. 4
 = Mischocarpus fuscescens. Bl.!

Mischocarpus sundaicus (non Bl) Zolling. coll. n. 3266 ed. Turcz., 1863, p. 587
 = Mischocarpus fuscescens Bl.!

Ratonia Lessertiana Turcz., 1863 (p. 587), quoad coll. Cuming n. 1456, 1734
 = Mischocarpus fuscescens Bl.!

Nach unlängst durch die Güte Beccari's mir zugekommenen Materialien, besonders von dessen letzter (dritter) Reise, ist beizufügen:

Arytera gigantosperma Radlk.: Fructus breviter stipitatus, stipite pilis singulis adpressis adsperso, insigniter coccato-bilobus, lobis divaricatis, glabris, altero sterili minore compresso oblongo, altero fertili plus duplo majore ellipsoideo; stylus filiformis, lineis stigmatosis 2 suturalibus notatus; endocarpium margine tomentosum; arillus semen dimidium paullo superans, cyathiformis, margine repandus; semen ellipsoideum, maximum, 22 mm longum, 15 latum; cotyledones crassae, oblique superpositae, in aliis cellulis amylum, in aliis materiam tannino affinem, in aliis resinam gerentes; radicula brevissima; discus glaber; pedicellus fructifer 8 mm longus, 2 latus, ad medium articulatus; folia — ? (Fructus soli.) — Sumatra occid., prov. Padang, ad Ajer mantjoer (alt. 360 m): Beccari n. 14.. (m. Ang. 1878). — Nach der Beschaffenheit des Arillus einerseits und der des Endocarpes andererseits ist die Pflanze zwischen die erste und zweite Art der oben, p. 55.. gegebenen Uebersicht von *Arytera* einzuschieben.

Von *Cupaniopsis serrata* findet sich unter den Pflanzen Beccari's eine besondere Form, welche den beiden p. 5.. unterschiedenen anzuschliessen ist:

Forma 3. vestita: Foliola basi subsinuosa, apice repando-serrata, subtus sufferugineo-tomentosa; sepala

minora; stylus subulatus, lineis stigmatosis 3 notatus. — Novo-Guinea, Ramoi: Beccari (ao. 1872; fruct.). — Wie der Kelch, ist auch Frucht und Same hier von etwas geringerer Grösse als bei den australischen Formen der C. serrata, die Frucht nur 12 mm lang, 14 breit, stumpf dreikantig, an der Spitze etwas abgeflacht und so fast umgekehrt pyramidenförmig. Dagegen sind die Dimensionen der vegetativen Theile beträchtliche, ähnlich wie sie F. v. Müller für die Hauptform angibt (Fragm. IX, p. 94). Der dicht mit rostbraunem Filze (ebenso wie die Blattspindel, die Unterseite der Blättchen, die Inflorescenzachse und die Frucht) überzogene Zweig besitzt unter dem obersten Blatte einen Durchmesser von 16 mm, die Blattspindel eine Länge von 7 dm und die grösseren der 16 länglichen, zugespitzten Blättchen eine Länge von 24 cm auf 7—8 cm Breite.

Für die unter n. 329 der Tabelle aufgeführte *Cupania sp.* Teysm. & Binn. (Bangka, 254) erweist sich nach einem von Teysmann an Beccari mitgetheilten Exemplare gleicher Nummer die in der Tabelle, wie schon in der Uebersicht der holländisch-indischen Sapindaceen (p. 87) ausgesprochene Vermuthung hinsichtlich der Zugehörigkeit der Pflanze zu *Guioa pubescens* als richtig. (Ebenso, wie anschliessend bemerkt sein mag, die a. a. O. p. 82 ausgesprochene Vermuthung über die Identität von *Otophora Zollingeriana* Teysm. & Binn. 1863 [*Capura Z.* Teysm. & Binn. 1866] und *Otophora fruticosa* Bl.)

Von Standorten sind nach den von Beccari erhaltenen Pflanzen noch anzuführen:

für Guioa acutifolia – Novo-Guinea, Soron: Beccari (ao. 1872);
für Guioa diplopetala — Billiton: Riedel (m. Oct. 1876; flor.);
für Guioa pleuropteris — Borneo, Sarawak: Beccari n. 3675;
für Mischocarpus sumatranus — Sumatra occid., prov. Padang

ad Ajer mantjoer (alt. 360 m): Beccari n. 722 (m. Aug. 1878; fruct.);
für Mischocarpus sundaicus — Timor: Teysmann (Hb. Bogor. n. 10780).

Endlich mag noch der von Grisebach in seinen Mittheilungen über die argentinische Flora (1874 und 1879) als *Cupania vernalis* Camb. und *Cupania uraguensis* Hook. & Arn. bezeichneten Pflanzen gedacht sein, von welchen ich in jüngster Zeit, Dank dem freundlichen Entgegenkommen Solms-Laubach's, Einsicht erlangt habe. Sie gehören, wie schon von vornherein zu vermuthen war, sämmtlich dem Formenkreise der *Cupania vernalis* an, von welcher sich nach Behaarung und Gestalt der Blättchen, nach mehr oder minder scharfer und tiefer Zahnung derselben, nach Grössen- und Formverhältnissen der Blüthentheile, Früchte und Samen neben den oben, p. 562, besonders mit Rücksicht auf die Textur der Blättchen aufgeführten Formen, oder innerhalb dieser, leicht eine ganze Reihe untergeordneter Formen unterscheiden liesse. Die Unterschiede, welche Grisebach in seiner ersten Mittheilung für die Blumenblätter, in seiner zweiten für die Samen angibt, bewegen sich innerhalb der Grenzen der eben berührten Formschwankungen, und möchte ich, abgesehen von den schon oben der zweiten Form, *f. clethrodes*, beigezählten Exemplaren von Balansa n. 2472, alle übrigen, auch die mit unterseits ziemlich kahlen Blättchen aus La Cruz (Uruguay), der ersten Form, *f. genuina*, der *Cupania vernalis* Camb beirechnen.

Was die übrigen von Grisebach aufgeführten Sapindaceen der argentinischen Flora betrifft, so muss ich mir die Mittheilung meiner Anschauungen darüber auf kommende Gelegenheit versparen.

Verzeichniss der Pflanzennamen.

(Für die in der Tabelle, p. 509—547, aufgeführten Cupanieen bildet diese selbst das Namens- und Inhaltsverzeichniss. Von den ausserdem vorkommenden Namen sind im Folgenden die Familien- und Tribusnamen in gesperrter, die Gattungs- und Sectionsnamen in gewöhnlicher, die Vulgärnamen in liegender Schrift gedruckt; den Sectionsnamen ist das Zeichen § vorgesetzt.)

Aglaia 529.
Akania 519.
Alectryon 461, 483, 524, 556, 603.
Amoora 529.
Anacardiaceae 520, 592, 593.
Aphania 481.
§ Apiomatayba 626.
Aporetica 616, 617.
Arytera 674.
Atalaya 512, 522.
Aurantiaceae 524.
§ Azarytera 489, 554.
Billia 581.
Blepharocarya 591, 592.
Bois cochon 640.
Burseraceae 591, 593, 640.
Cageiro do mato 568.
Camboatá (Cambuata) 560, 568, 631.
Cambotá branca (brava) 633.
Capura 675.
Castanospora 511.
Caxua branca 635, 645.
Châtaignier 571.
Chisocheton 529, 594, 595.
Cipadessa 593.
Citrus 597.
§ Clitostigma 657.
Connarus 579.
Culo de Hiéro 627.
Cupanieae 459, 494, 504.
Dasycoleum 595.
Deinbollia 461, 534, 617.
Dodonaea 581.
§ Dysguioa 615.
Dysoxylum 551, 593—599.
§ Elattopetalum 483, 584.
Elutheria 593.
§ Euarytera 551.
§ Euguioa 607, 618.
§ Eumatayba 630.
Euphorbiaceae 475, 541, 664.
Euphoria 488, 529, 580, 617.
Euphorianthus 673.
§ Eurhysotoechia 656.
Euroschinus 591.
Fagus 581.
Filicium 591.
Ganophyllum 591.
Garuga 669.
Gelonium 475, 541, 664.
Guara 557, 559, 576.
Guarea 515, 543, 576, 577.
Guavatan 560.
Harpullia 483, 528, 546, 547, 590, 599, 668, 669.
Hedwigia 535, 640.
§ Hemigyrosa 611, 618.
Hymenocardia 581.
Hypelate 531.
Icica 640.
Inga 639.
Kajoe hoeroen 612.
Kajoe Kalappa 621.
Katjang Katjang 612.
Kihoè 649.

Digitized by Google

Leguminosae 536, 639, 673.
Lengua de Vaca 558.
Lepisantheae 475.
Lepisanthes 461, 527. 529, 537.
§ Leptostigma 657.
Lophozonia 581.
Lychnodiscus 605.
§ Macaca 624.
Macaca-apa-ipou 624
Makanoulé 625.
Mako 602, 603.
Mallea 593.
Mamma do porco 633.
Meliaceae 537, 577, 593, 620, 640, 645.
Melicocceae 461.
Mimosa 632.
§ Mizopetalum 483, 588.
Moutabea 597.
Munronia 593
Nephelieae 461, 483.
Nephelium 483, 488, 527, 556, 580.
Nymphaeaceae 597.
Odina 592, 593.
Otolepis 581.
Otophora 581, 620, 675.
Pancovia 513.
Pao pombo 635, 645.
Parica 632.
Paullinia 515, 520, 522, 528, 577, 579.
Paullinieae 481, 492.
Pitombeira 645.
Placodiscus 551, 605, 606.
§ Pleuropteris (Bl.) 462, 480.
Podonephelium 540.
Poelis 612.
Pometia 580, 616, 617.
Proteaceae 597.
Quapoya 583.
Quivisia 593.
§ Ratonia 624.
Rhamneae 597.
Sabatero 617.
Sandoricum 593, 594, 595.
Sapindus 520, 523, 576, 580.
Schleichera 591, 593.
Schmidelia 579, 617.
Serjania 579.
Silaka 612.
Spanoghea 461.
Stadmannia 523.
Sucrier de montagne 640.
Suregada 541.
Swartzieae 536, 639.
Talisia 519, 524, 528, 529, 580.
Terebinthineae 645.
Terminalia 518, 644.
Ternstroemiaceae 597.
Thouinia 577, 581, 640, 641.
Toulicia 528
Trichilia 525, 528, 640, 641, 64
§ Tricoccocarpus 566.
§ Trigonis 556.
§ Trigonocarpus 567.
§ Trilobis 561.
Triomma 510.
Turraea 593.
Uarana 656.
Xerospermum 516, 527.
§ Xylarytera 554.
Zanthoxylum 633.

Oeffentliche Sitzung
zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 25. Juli 1879.

Wahlen.

Die in der allgemeinen Sitzung vom 25. Juni 1879 vorgenommene Wahl neuer Mitglieder erhielt die Allerhöchste Bestätigung und zwar:

A. Als ausserordentliches Mitglied.

Dr. Felix Klein, ordentlicher Professor der technischen Hochschule dahier.

B. Als correspondirende Mitglieder.

1) Edmond Hébert, Professor in Paris und Mitglied des Instituts von Frankreich;
2) Dr. Imanuel Friedrich Pfaff, ordentlicher Professor an der k. Universität Erlangen;
3) Theodor von Oppolzer, k. k. Regierungsrath und Professor an der Universität Wien;
4) Dr. Anton de Bary, Professor an der Universität Strassburg;
5) Dr. Nathan Pringsheim, Akademiker in Berlin;
6) Dr. Oskar Emil Meyer, ordentlicher Professor an der Universität Breslau.

Digitized

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der geographischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. 21. Bd. (-Neue Folge Bd. 11) 1878. 1878. 8⁰.

Vom siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 29. 1879. 8⁰.

Von der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien:

Abhandlungen. Bd. XII. Die Gasteropoden der Meeres-Ablagerungen von R. Hörnes und M. Auinger. I. Conus. 1879. fol.

Vom naturwissenschaftlichen Verein von Hamburg:

Verhandlungen im J. 1878. Neue Folge III. 1879. 8⁰.

Von der Ministerial-Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungsstationen. Jahrg. 1879. Heft I. II. Berlin 1879. quer 4⁰.

Von der k. Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

a) Berichte der mathematisch-physicalischen Classe. 1875—1878. 1876—79. 8⁰.
b) Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe. Bd. XI. XII. 1876—78. 4⁰.

Digitized by Google

Von der naturforschenden Gesellschaft in Leipzig:

Sitzungsberichte. 5. Jahrg. 1878. 1878. 8°.

Von der neuen zoologischen Gesellschaft in Frankfurt a. M.:

Der zoologische Garten. XX. Jahrg. 1879. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein „Pollichia" in Dürkheim a. d. H.:

33. 35. Jahresbericht. 1875—77. 8°.

Vom physikalischen Verein zu Frankfurt a. M.

Jahresbericht f. d. Jahr 1877—1878. 1879. 8°.

Vom botanischen Verein in Landshut:

7. Bericht f. d. J. 1878—79. 1879. 8°.

Von der Universität in Lund:

Commentationes, quas in memoriam sollennium secularium edidit regia Societas Physiographorum Lundensis. 1878. 4°.

Von der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie in Wien:

Jahrbücher. Neue Folge. Bd. XIII. 1878. 4°.

Von der Redaction des Archivs der Mathematik in Greifswald:

Archiv der Mathematik und Physik. Theil 64. Leipzig 1879. 8°.

Von der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1878—79. Freising 1879. 8°.

Von der Naturforscher-Gesellschaft in Dorpat:

a) Sitzungsberichte. Bd. 5. 1879. 8°.

b) Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. I Serie. Bd. VIII,4 (Karte). II. Serie. Bd. VIII,3. 1879. 8°.

Von der Sternwarte des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. Jahrg. 14. 15. 16. 1878—79. 4°.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

Publication XIV. XV. 1879. 4°.

Von der wetterauischen Gesellschaft für gesammte Naturkunde in Hanau.

Bericht für 1873—1879. 1879. 8°.

Von der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. Jahrg. XVIII. XIX. XX. 1877—79. 1878—79. 4°.

Vom Osservatorio della regia Università di Torino:

Bollettino. Anno XIII. 1878. 1879. quer 4°.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Vol. IV. 1879. 8°.

Vom American Association for the advancement of science in Salem:

Proceedings. 26th Meeting held at Nashville. August 1877. 1878. 8°.

Von der American geographical Society in New-York:

a) Journal. Vol. VII. 1875. Vol. VIII. 1876. 1878. 8°.
b) Bulletin. 1879. 1879. 8°.

Von der Staats-Ackerbau-Behörde von Ohio in Columbus:

32 Jahresbericht f. d. J. 1877. 1878. 8°.

Von der American Medical Association in Philadelphia:

Transactions. Vol. 29. 1878. 8°.

Vom Bureau of Navigation in Washington:

a) The American Ephemeris for the year 1881. 1878. 8°.

b) Astronomical Papers prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac. Vol. I. 1879. 4°.

Von der Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings 1878. 1878. 8°.

Von der Sociedad Mexicana de historia natural in México:

La Naturaleza. Vol. III. entr. 16. 18—21. Vol. IV. entr. 1—11. 1875—78. 4°.

Von der U. S. Coast Survey in Washington:

Report for the year 1875. 1878. 4°.

Vom Commissioner of Agriculture in Washington:

Report for the year 1877. 1878. 8°.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes-rendus. Nr. 1—15. 1879. 4°.

Von der kaiserl. mineralogischen Gesellschaft in St. Petersburg:

Materialii dlä geologii Rossii. Tom. VI. VII. VIII. und Atlas zu Bd. VIII. 1875—78. 8°.

Vom botanischen Garten in St. Petersburg:

Acta. Tom. VI. 1879. 8°.

Vom Bureau géologique de la Suède in Stockholm:

a) Berättelse om Malmfyndigheter i Norrbottens Län. 1877. 4°.

b) Svedmark, Halle-och Hunnebergs trapp. 1878. 4°.

c) O. Torell, On the causes of the glacial Phenomena. 1878. 8°.

d) A. G. Nathorst, Om Florani Skånes Kolförande bildningar I. 1. 1878. 8°.

e) G. Linnarsson, De paleozoiska bildningara vid Humlenäs. 1878. 8°.

Vom Observatorio de Madrid:

a) Anuario. Anno XV. 1877. XVI. 1878. 1876—77. 8°.

b) Observaciones meteorológicas de Madrid 1873—74 und 1874—75. 1875—77. 8°.

c) Resúmen de las observaciones meteorológicas efectuadas en la peninsula. 1873 – 74 und 1874—75. 1877—78. 8°.

d) Anuario. Anno XVII. 1879. 1878. 8°.

Vom Observatory of Trinity College in Dublin:

Astronomical Observations Part III. 1879. 4°.

Vom Museum of comparative Zoölogy in Cambridge, Mass:

Memoirs. Vol. VI. Nr. 1. The auriferous Gravels of the Sierra Nevada of California by J. D. Whitney. 1879. 4°.

Von der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama:

Mittheilungen, 17. Heft. 1879. fol.

Vom Observatoire de l'Université in Upsala:

Bulletin météorologique mensuel. Vol. X. Année 1878. 1878—79. 4°.

Von der École polytechnique in Paris:

Journal. Cahier 44. Tom. 27. 1874. 4°.

Vom Muséum d'histoire naturelle in Paris:

Rapports annuels de M. M. les Professeurs. 1878. 1879. 8°.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. 26. Revue bibliogr. A. B. 1879. 8⁰.

Von der Geological Survey of India in Calcutta:

A Manual of the Geology of India, by H. B. Medlicott and W. T. Blanford. Part I. II. und Atlas. 1879. 8⁰.

Vom Meteorologiska Observatorium in Upsala:

a) Atlas des mouvements supérieurs de l'atmosphère. par H. Hildebrand Hildebrandsson. Stockholm 1877. 4⁰.

b) Bulletin mensuel 1879. 1879. fol.

Von der Société des sciences de Finlande in Helsingfors:

a) Observations météorologiques. Année 1875. 1876. 1878. 8⁰.

b) Otto E. A. Hjelt, Carl von Linné. 1877. 8⁰.

Von der Administration des mines en Finlande in Helsingfors:

Finlands geologiska undersökning. Kartbladet Nr. 1 mit Text. 1879. 8⁰.

Von der Institution of Civil-Engineers in London:

Charter, Bye-laws and Regulations. 1879. 8⁰.

Vom Comité international des poids et mesures in Paris:

Procès-verbaux des séances de 1878. 1879. 8⁰.

Von der Société des sciences naturelles in Cherbourg:

Mémoires. Tom. XXI. Paris 1877—78. 8⁰.

Von der Société Linnéenne in Bordeaux:

Actes. Vol. XXXIII. 1879. 8⁰.

Digitized by Google

Von der Società adriatica di scienze naturali in Triest:

Bollettino. Vol. V. 1879. 8°.

Von der Akademie der Wissenschaften in Krakau:

a) Rozprawy matemat. tom. 5. 1879. 8°.
b) Sprawozdanie komisyi fizyjograf. tom. 12. 1878. 8°.
c) Antropologija. tom. 3. 1879. 8°.

Vom Observatorio de marina de San Fernando in Cádiz:

Almanaque nautico para 1880. Madrid 1878 gr. 8°.

Von der Bergverwaltung von Kaukasien in Tiflis:

Materiali dlä geologiy Kavkasa. 1879. 8°.

Von der Universität in Kopenhagen:

Description des serres du jardin botanique de l'Université de Copenhague par J. C. Jacobsen et Tyge Rothe. 1879.

Von der Royal Society in London:

a) Philosophical Transactions. Vol. 167—169. 1878—79.
b) Catalogue of scientific Papers (1868—1873). Vol. VIII. 1879. 4°.
c) The Flora and Fauna of the Devonian and carboniferous Periods by John J. Bigsby. 1878. 4°.

Von der Société impériale des naturalistes in Moskau:

a) Bulletin. 1879. 1879. 8°.
b) Nouveaux Mémoires. Tom. XX. 1879. 4°.

Von der Philosophical Society in Adelaide. Süd-Australien:

Transactions and Proceedings for 1877—78. 1878. 8°.

Von der Linnean Society in London:

The Transactions of the Linnean Society. II. Series. Zoology, Vol. I. Botany. Vol. I. 1877—79. 4°.

Von der Royal Society of Victoria in Melbourne:

Transactions and Proceedings. Vol. XV. 1879. 8°.

Vom Herrn C. Mehlis in Dürkheim:

Materialien zur Vorgeschichte des Menschen im östlichen Europa. Bd. II. Jena 1879. 8°.

Vom Herrn G. vom Rath in Bonn:

a) Vorträge und Mittheilungen. 1877—78. 8°.

b) Ein Besuch der Galapagos-Inseln. Von Theodor Wolf. Heidelberg. 1879. 8°.

c) Vorträge und Mittheilungen. 1878—79. 1879. 8°.

d) Naturwissenschaftliche Studien. Erinnerung an die Pariser Weltausstellung 1878. 1879. 8°.

Vom Herrn G. Tschermak in Wien:

a) Die Glimmergruppe. Th. I. II. Leipzig 1877—79. 8°.

b) Die Clintonitgruppe. Leipzig 1879. 8°.

Vom Herrn Albrecht Weber in Berlin:

Indische Streifen. Bd. III. Leipzig 1879. 8°.
Ueber die Magavyakti des Krishṇadâse Miçra. 1879. 8°.

Vom Herrn C. A. F. Peters in Kiel:

Astronomische Nachrichten. Bd. 87 und 94. 1876—79. 4°.

Vom Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Geschichte der Vermessungen in der Schweiz. 1879. 4°.

Vom Herrn F. V. Hayden in Washington:

10. Annual Report of the U. S. Geological and Geographical Survey of the Territories. 1878. 8°.

Vom Herrn J. J. Stevenson in New-York:

Second geological Survey of Pennsylvania 1876—77. Report of Progress in the Fayette & Westmoreland district. Harrisburg 1877—78. 8°.

Vom Herrn Simon Newcomb in Washington:

Researches on the Motion of the Moon. 1878. 4°.

Vom Herrn Donato Tommasi in Florenz:

Sulla non esistenza dell' idrogeno nascente parte V. 1879. 8°.

Vom Herrn S. A. Miller in Cincinnati:

a) Catalogue of Fossils found in the Hudson River. Indianopolis 1879. 8°.
b) Remarks upon the Kaskaskia Group. 1879. 8°.

Vom Herrn Hermann Burmeister in Buenos-Aires:

Description physique de la République Argentine. Tom. 5. Lépidoptères mit Atlas. Livr. I. folio. 1878—79. 8°.

Vom Herrn Ferdinand von Müller in Melbourne:

a) Fragmenta phytographiae Australiae. Vol. IX. 1875. 8°.
b) The native Plants of Victoria. Part. I. 1879. 8°.

Vom Herrn F. W. Schulze in Shanghai:

On periodical Change of terrestrial Magnetism. 1879. 8°.

Digitized by Google

Vom Herrn S. Charles Pickering in Boston:

Chronological History of Plants by Charles Pickering. 1879. 4°.

Vom Herrn Ernest Quetelet in Brüssel:

Recherches sur les mouvements de l'aiguille aimantée à Bruxelles. 1878. 4°.

Vom Herrn A. Preudhomme de Borre in Brüssel:

a) De la meilleure disposition à donner aux caisses et cartons des collections d'insectes. 1879. 8°.
b) Note sur le Breyeria Borinensis. 1879. 8°.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sach-Register.

Analyse, quantitative, landwirthschaftlicher Stoffe 388.

Bandenspektrum, Ueberführung des Stickstoffs in ein Linienspektrum 171.
Bewegungen kleinster Körperchen 389.
Bild des ermordeten Bruders von Schlagintweit-Sakünlünski 31 (erläuternde Worte).
Bromüre isomere 1.

Cupania und damit verwandte Pflanzen 457.

Diäthoxalsäure 17.

Geognostische Mittheilungen aus den Alpen 33.

Humussubstanzen, deren Absorptionsfähigkeit 208.

Infection mit Abwasser 381.

Mangan, Scheidung und Bestimmung derselben 333.

Nekrologe 129.

Permeabilität des Bodens für Luft 137.
Pilzen, die Fettbildung derselben 287.
Polarisationsebene, deren Drehung des Lichtes in den Gasen 148.
Polarisationsebene, deren Drehung im Schwefelkohlenstoff-Dampfe 30.

Säurereaction der Blüthen 19.

Schlammvulkane 217.

Schwermetalle der Schwefelammoniumgruppe, ihre Scheidung 317.

Spannkräfte des gesättigten Wasserdampfes 371.

Spaltpilzen, deren Uebergang in die Luft 140.

Wärmeleitungsvermögen der Flüssigkeiten 86.

Digitized by Google

Namen-Register.

Alberti (Nekrolog) 133.

de Bary (Wahl) 679.
v. Beetz 86.
v. Bibra (Nekrolog) 129.
Buff (Nekrolog) 132.

Emmerich 381.
Erlenmeyer 1. 17.
v. Ettingshausen (Nekrolog) 135.

v. Gorup-Besanez (Nekrolog) 134.
Gümbel 33. 217.

Hébert (Wahl) 679.
Henry (Nekrolog) 136.

Jolly 30. 148. 171. 371.

Klein (Wahl) 679.
v. Kobell 129.
Kundt 30. 148.

Meyer (Wahl) 679.

v. Nägeli 287. 389.

v. **Oppolzer** (Wahl) 679.

v. **Pettenkofer** 137. 140. 381.
Pfaff (Wahl) 679.
Pringsheim (Wahl) 679.

Radlkofer 457.
Renk 137.
Röntgen 148.

v. **Schlagintweit-Sakünlünski** 31.
Soyka 140.

Vogel 19. 208. 388.
Volhard 317. 333.

Wein 388.
Winkelmann 371.
Wüllner 171.

Zimmermann 317.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band X. Jahrgang 1880.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1880.

In Commission bei G. Franz.

Uebersicht
des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. X
Jahrgang 1880.

Oeffentliche Sitzung zur Feier des 121. Stiftungstages der Akademie am 20. März 1880.

Seite
v. Kobell: Nekrologe 263

Oeffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 28. Juli 1880.

Neuwahlen 641

Sitzung vom 8. November 1879.

v. Schlagintweit-Sakünlünski: Erläuterungen des IV. Bandes der Reisen in Indien und Hochasien 1

Sitzung vom 6. Dezember 1879.

v. Pettenkofer: Theorie des natürlichen Luftwechsels (dritte und vierte Abhandlung) von G. Recknagel 33
F. Klein: Zur Theorie der elliptischen Modulfunctionen . . . 89

Sitzung vom 3. Januar 1880.

v. Bauernfeind: Die Beziehungen zwischen Temperatur, Druck und Dichtigkeit in verschiedenen Höhen der Atmosphäre . 107
Erlenmeyer: Ueber Phenylmilchsäuren 123
v. Nägeli: Ueber Wärmetönung bei Fermentwirkungen . . . 129

Sitzung vom 7. Februar 1880.

F. Klein: Ueber Relationen zwischen Klassenzahlen binärer quadratischer Formen von negativer Determinante von J. Gierster in Bamberg 147
C. W. Gümbel: Geognostische Mittheilungen aus den Alpen . 164
C. W. Gümbel: Ueber die mit einer Flüssigkeit erfüllten Chalcedonmandeln (Enhydros) von Uruguay 241

Digitized by Google

Nachtrag zur Sitzung vom 5. Juli 1879.

Seite

v. Nägeli: Ernährung der niederen Pilze durch Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen 277

Nachtrag zur Sitzung vom 7. Februar 1880.

v. Nägeli: Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrandcontagiums aus den Heupilzen von Dr. Hans Buchner . 369

Sitzung vom 6. März 1880.

v. Nägeli: Versuche über die Entstehung des Milzbrandes durch Einathmung von Dr. Hans Buchner 414

Sitzung vom 1. Mai 1880.

W. v. Beetz: Ueber die Natur der galvanischen Polarisation 429

C. W. Gümbel: Petrographische Untersuchungen über die eocenen Thonschiefer der Glarner Alpen von Fr. Pfaff 461

v. Bischoff: Ueber die Bedeutung des Musculus Extensor indicis proprius und des Flexor pollicis longus der Hand des Menschen und der Affen 485

v. Schlagintweit-Sakünlünski: Ueber die Aufnahme neuen Beitrages von Sammlungsgegenständen aus Indien und Hochasien in das k. b. Ethnographische Museum 497

Sitzung vom 5. Juni 1880.

Vogel: 1) Ueber die Verschiedenheit der Aschen einzelner Pflanzentheile 523

2) Ueber Natur und Ursprung des Gletscherschlammes vom Dachsteine am Hallstädter See 529

Sitzung vom 3. Juli 1880.

Klein: Ueber unendlich viele Normalformen des elliptischen Integral's erster Gattung 533

C. W. Gümbel: Geognostische Mittheilungen aus den Alpen . 542

W. v. Bezold: Ueber Lichtenberg'sche Figuren und elektrische Ventile 624

Nachtrag zur Sitzung vom 5. Juni 1880.

G. Bauer: Ueber eine Eigenschaft des geradlinigen Hyperboloids 635

Einsendung von Druckschriften . . . . 101. 255. 424. 643.

Digitized by Google

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 8. November 1879.

Herr Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski überreicht ein Exemplar des IV. Bandes der „Reisen in Indien und Hochasien“, und berichtet über denselben in folgender Weise.

I. Die Anlage des Bandes. Die Gebirgsgestaltung der besprochenen Gebiete. Mit 1 Skizze Hochasiens.

II. Die Zeichnungen und Aquarelle während der Reisen.

III. Die Gegenstände der ausgewählten Tafeln.

I.

Da jetzt mit diesem Bande, welcher Ost-Turkistán und Umgebungen behandelt, die beschreibende Darstellung unserer Reisen zum Abschluss gekommen ist, sei es von der hohen Classe gestattet, dass von mir dieser Theil als Ehrengabe den Pflichtexemplaren der früheren Bände angereiht werde.

Das Erscheinen dieses Bandes hat sich in einer mir unerwarteten Weise verzögert, meist durch akademische Arbeiten, welche von mir für die Untersuchung der neuen Ergebnisse aus den Zahlendaten und für die Bearbeitung

1) Jena, Hermann Costenoble, 1880. („Vorrede und einleitende Bemerkungen“, welche für die Buchhändler-Exemplare noch nachzusenden waren, konnten bald nach der November-Sitzung gleichfalls abgegeben werden).

Digitized by Google

der Sammlungsobjecte vorzunehmen waren. Die Schilderung der Reisen selbst hatte dies zwar im Fortschreiten aufgehalten, doch hatte es begünstigt, dass nun auch jene fernen Gebiete mit grösserer Bestimmtheit zu besprechen waren.

Unseren eigenen Routen folgt als Gegenstand des letzten Capitels: „Vorausgegangene und nachfolgende Bereisungen des nördlichen Hochasien und Ost-Turkistáns."

Ferner sind beigefügt, als Wissenschaftliche Beilagen mit Zahlen-Tabellen: I. „Die wichtigsten Höhenbestimmungen in Indien und Hochasien mit besonderer Berücksichtigung auch der physikalischen und ethnographischen Verhältnisse";

II. „Temperatur, Isothermen und klimatische Zonen." —

Die Transscription betreffend habe ich für diesen Band die folgenden besonderen Angaben noch zu machen.

Topographische Bezeichnungen, welche auch in der Form ihrer Wortbildung speciell russisch sind, wurden ebenso wie die russischen Personennamen in jener Weise transscribirt, welche im Deutschen die gewöhnlich dafür angenommene ist.

In den Wörtern der orientalischen Sprachen, die hier wiederzugeben waren, ist das „System" das gleiche, das ich schon mehrmals Gelegenheit hatte in unsereren Publicationen zu erläutern; hier sei nur, als abweichend vom Deutschen, speciell genannt: ch = tsch, j = dsch; sh = sch; z = weiches s.

Wo für einzelne Bezeichnungen das Fortschreiten in der Kenntniss der provinciellen Verhältnisse und der reinen oder local dialectischen Sprachformen Aenderungen bedingte, ist auf solche stets mit Sorgfalt eingegangen; Fälle, die sich boten, waren Wechsel zwischen j und ch, oder s, ss und z, auch b und p, und, seltener, unrichtiges Einführen von h als phonetisch markirte Aspiration.

Digitized

In den tibetischen Wörtern haben mir Mittheilungen meines Bruders Emil aus den von uns gesammelten tibetischen Büchern (214 Nummern, theils Holzdrucke, theils Handschriften) für die beiden letzten Bände der „Reisen" viele neue Anhaltspunkte geboten.

Willkürlich oder zufällig angenommenen Schreibweisen, deren viele dessenungeachtet in der europäischen Literatur sehr häufig ständig festgehalten werden, bin ich auch hier nirgend gefolgt; ich nenne als etwaige Fälle Turkestán statt Turkistán (wie man auch nie Afghanestan u. s. w. schreibt) oder Khútan statt Khótan, Karakórum, sowie Karakorám statt Karakorúm u. s. w.; (auch Karakoroom wäre falsch — abgesehen von der Nichtwahl jener Schreibform, welche durch die Einfachheit die bessere ist — da der Vocal zwar ein u aber ein kurzes u ist).

Für die Wörter, die in Verbindung mit den Nachbar-Völkern Hochasiens dem Persischen und, zunächst wegen des (semitischen) Islám, dem Arabischen angehören, war mir sogleich im ersten Jahre nach der Rückkehr, als Begleiter nach Europa, unser indischer Múnshi, Namens Sáyad Mohámmad Sáid, sehr förderlich gewesen.

Als Pluralform wählte ich das romanisch-arische s, weil diese am leichtesten allgemein durchzuführen ist, und aus den indogermanischen Sprachen zugleich als ziemlich häufig schon bekannt ist.

Die Angabe des Hauptaccentes auf jedem mehrsylbigen Worte konnte für diese Gebiete gleichfalls noch durchgeführt werden; der persönliche Verkehr lehrt am besten die Beurtheilung der Betonung, und das Lauschen nach den Accenten bot unter anderem den Vortheil memnotechnisch die Form der Wörter zu fixiren, sowie akustisch das Hören derselben zu erleichtern. Ganz entsprechend ist auch für die europäischen neuen Sprachen (wenn deren Betonung nicht, wie im Französischen z. B., vorherrschend auf

Phrasenaccent mit secundärem Markiren von Länge beschränkt ist) die Sylbe mit dem Haupttone in den Wörterbüchern wenigstens markirt. Stets wenn die Reisen einige Zeit durch sehr verschiedene Sprachgebiete führen, schärft sich auch in dieser Beziehung der Sinn des Beobachters.

Als völlig unerwartet unter den topographisch neuen Resultaten gerade für die hier zu besprechenden Regionen ist hervorzuheben, dass uns das erste Ueberschreiten der Karakorúm- und unmittelbar darauf der Künlün-Kette die wasserscheidende Kette in der ersteren erkennen liess. In ihrer Gestaltung als Ganzes lässt sich die Karakorúm-Kette einer ziemlich unregelmässigen „Reihenfolge von Massifs" vergleichen — ähnlich den centralen Schweizeralpen im Gegensatze zu den mehr regelmässig gestalteten Hochkämmen der Tauern: aber die Depressionen zwischen den Massifs sind hier grössere und weiter auseinanderliegende als irgendwo in den entsprechenden Formen der Alpen. Ich habe nur zu erwähnen, dass der Karakorúm-Pass 18,345 engl. Fuss hoch aber „der niederste Pass in diesem Gebiete" ist; sowie, dass er doch, nach dem Mustágh-Passe im Westen, „der wenigst ferne vom Dápsang-Gipfel" ist; dieser ist jetzt als der zweithöchste Gipfel der Erde zu betrachten.[2])

Dabei sind die Horizontal-Ausdehnungen der Basis dieses Gebirges so grosse, dass selbst Gipfel wie der Dápsang und all die zahlreichen, die gegen Osten und Südosten dann sich folgen keineswegs durch ungewöhnlich

2) Allerdings wäre es nicht unwahrscheinlich, dass auch in jenem östlichen Theile des Karakorúm-Gebirges, der in seiner „geographischen Länge" nördlich vom Himálaya-Theile zwischen Gaurisánkar und Kanchinjínga liegt, und auch dort so deutlich die Wasserscheide bildet, Erhebungsmassifs und Gipfel von ganz ähnlicher Höhe noch bekannt werden. (Dápsang: n. Br. 35° 28'·7, östl. L. 77° 10', Höhe 28,278' e.)

Digitized by Google

steile Neigung auffallen und dass auch das Ansteigen zu den Pässen ein verhältnissmässig nicht steiles ist.

In ihrem gegenseitigen Anschlusse verbinden sich zugleich die höchsten Punkte der Gipfel mit jenen der Pässe — für das Karakorúm-Gebirge allein — zu einer Linie grösster Erhebung in Hochasien, welche ungeachtet ihrer grossen Ausdehnung eine ununterbrochene bleibt, und als wasserscheidende sich zeigt.

Die Verhältnisse des nicht steilen Ansteigens in dieser centralen Kette Hochasiens waren es vor allem, welche veranlassten, dass die Eingebornen von der Meereshöhe und von der orographischen Bedeutung dieses Gebirges keinen Begriff sich gebildet hatten. Ob an gegebener Stelle der Fall nach Norden oder nach Süden gerichtet ist, dies wussten sie wohl, schon aus den Anstrengungen ihrer Lastthiere bei solch vermindertem Luftdrucke, stets zu unterscheiden; Europäer aber, die später auf gleichen Routen uns folgten, wie Shaw 1868/69, sprachen sogar davon, dass man über grosse Strecken und gerade in den höchsten Theilen der Wege über die Pässe nicht wisse, „ob man aufwärts oder abwärts gehe."[3]) Dadurch etwa mag veranlasst sein, dass Colonel Walker, der aber jene Gegenden nicht durch eigene Bereisung kannte, in den topographischen Reports anführt: „Mr. Shaw

3) Uebrigens, wie in Cap. V bei der Besprechung der „Nachfolger" sich ergab, hat ohnehin fast jeder der die ganze Breite überschritten hatte, über die Hebungslinien in der Bodengestaltung jenes Theiles von Hochasien ganz analog unserer Auffassung sich ausgesprochen.

Ich habe speciell noch Haywards hiebei zu erwähnen, da dieser seine Reise gleichzeitig mit Shaw ausführte und selbst grosse Strecken entlang gemeinschaftlich mit ihm reiste. Dessenungeachtet spricht Hayward in seinen Berichten (Proc. R. G. S., Vol. XV 1871 S. 11, u. a.) von Vereinigung des Karakorúm als Kette mit dem Hindukúsh in gleicher Auffassung wie von uns geschehen war.

Digitized by Google

was quite right saying, the Karakoroom range was no range at all." Walker nimmt übrigens das Gleiche vom Hindukúsh ebenfalls an. Allerdings werden irgend ungewöhnliche Gebirgsverhältnisse, wenn man sie nicht durch eigene Anschauung kennt, im Beurtheilen ihrer topographischen Form nach Terrainskizzen und nach Reiserouten stets grosse Schwierigkeiten bieten; landschaftliche Aufnahmen erleichtern das Verständniss ebensowohl als kartographische, und zwar in etwas verschiedener Weise.

Es genügt einen Blick des Vergleiches zu werfen auf jene Bilder von Adolph und mir, welche diesem Bande beigelegt werden konnten, um zu sehen, dass die Contouren der Hochflächen auch dort, wo für den Standpunkt das richtige flachste Profil sich zeigt, meist eine sehr deutliche Neigung haben, und dass dabei das Wassergefälle der Thäler in denselben bedeutend steiler ist, als in den Flussbetten grosser wasserreicher aber weniger hoher Flüsse. Stellen aber mit platteren und dann nach ihrem Centrum zum mindesten etwas concaven Flächen waren hier, wie auch z. B. im Indus- und im Dihóng-Gebiete von Tíbet, stets solche, die in ihrer Ausdehnung entweder von ganz untergeordneter Grösse sind, oder die sich als Formen erkennen lassen, welche Senkungen sind mit Hebung wechselnd; (entsprechend sind die Verhältnisse in den Alpengebieten Europas). Gewöhnlich treten diese als Seebecken auf. die in älterer Zeit mehr oder weniger wassererfüllt waren und in den bei weitem grössten Theilen der Erde durch Erosion gegenwärtig entleert sind; einige sind jetzt noch Seen mit Zufluss und Abfluss. In solchem Hochgebirge wie hier kommen dagegen auch ganz abgeschlossene Seemulden vor; diese sind entweder ganz trocken und dann meist untergeordnet in ihrer Ausdehnung, oder sind häufig noch jetzt an ihrer niedersten Stelle mit Wasserfüllung markirt; wenn sie nicht von sehr bedeutender Grösse

Digitized by Google

sind, ist das Wasser dann schon jetzt zu einem Salzsee geworden.

Dass die Kammlinie des Karakorúm dem Beobachter, der nicht als Geologe[4]) und Physiker sie besieht, in ihrer ganzen Bedeutung als höchste und wasserscheidende erkennbar werde, ist überdies noch dadurch erschwert, dass die Schneemenge, die sich bietet, eine verhältnissmässig geringe ist: wie die Durchführung der Untersuchungen im 2. Theile der meteorologischen Daten, „Results“ Vol. V, zeigen wird, ist bei der centralen Lage der Karakorúm-Kette in Hochasien die Niederschlagsmenge von Schnee dort bei weitem die geringste, also auch die directe Einwirkung des so wenig nur bewölkten Sommers auf das Abschmelzen eine um so grössere. Die Mittelwerthe für die Schneegrenze in den verschiedenen Gebieten Hochasiens hatten wir, wie folgt, erhalten.

a. Himálaya:

	Engl. Fuss
Südliche (Indische) Seite;	
Mittel für die ganze Kette, von Bhután bis Kashmír	16,200
Nördliche (Tibetische) Seite;	
von Gnári Khórsum bis Bálti	17,400

b. Karakorúm:

Südliche (Tibetische) Seite;	
von Gnári Khórsum bis Bálti	19,400

4) Auch Sir Roderick Murchison hatte nach Haywards' Abhandlung „Journey from Leh to Yarkand and Kashgar“ den Karakorúm als Kette bezeichnet. Journ. R. Geogr. Soc. 13. Dec. 1869, p. 72. In entsprechender Weise ist er auf der neuen Geologischen Karte Indiens von Medlicott und Blanford dargestellt, von welcher jüngst Petermanns Mittheilungen Copie in Reduction gebracht haben. Pet. Mitth. Nov. 1879.

Engl. Fuss

Nordseite, den Turkistáni Hochflächen entlang;
vom Lungkám-Passe zum Mustágh-Passe . 18,600

c. Künlün:
Südseite, gegen die Karakorúm-Kette abfallend 15,800
Nordseite, gegenüber dem Flachlande Ost-Turkistáns 15,100

Um die Ausdehnung und die gegenseitige Verbindung der hier sich bietenden Gebirgsverhältnisse zu übersehen, habe ich ein Kärtchen beigefügt, das schon im 3. Bande der „Reisen" in einer Ecke meiner neuen Karte des westlichen Hochasien[5]) gegeben war, auf dem aber jetzt in Revision von 1879, mit Umzeichnung, bis zur gegenwärtigen Zeit die topographischen Daten der späteren Untersuchungen berücksichtigt sind. Für die Theile des centralen Hochlandes, vom Tso Namúr gegen Osten, sind es vorzüglich die Ergebnisse der Pǎndit-Itinerare, welche das Neue der letzten Jahre bieten.

Jene Seen des westlichen Tíbet, welche auf Seitenstufen gelegen sind und gegenwärtig meist als „eintrocknende Salzseen" sich zeigen[6]), sind wegen des kleinen Maasstabes der Karte hier nicht mehr angegeben worden; als die beiden grössten des Königreichs Ladák sind zu nennen:

a) Der Tsomognalarí-Salzsee in Pangkóng, 33° 39'·8 nördl. Br., 78°38'·5 östl. L. v. Gr.; gegenwärtiges Niveau 14,010 F.

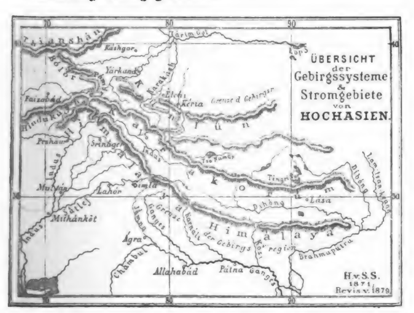
5) Maasstab 1 : 4,050,000 oder 1 e. Zoll = 64 e. Meilen.

6) Erläutert in meiner Abhandlung „Das Gebiet der Salzseen im westlichen Tibet." 1871. Denkschr. d. k. Akad. Bd. XL III S. 115—190.

Digitized by Google

b) Der Tsomoríri-Salzsee in Rúpchu, 32° 45'·4 nördl. Br.; 78° 16'·6 östl. L. v. Gr.; gegenwärtiges Niveau 15,130 F.

Für die Lage des See Lop und für die Gestaltung des Künlün-Abhanges, mit stärkerer Krümmung gegen Norden hinan zwischen 83 bis 88 Grad Länge als sie früher angenommen war, sind die russischen Bereisungen und deren Bearbeitung wichtig geworden.



Die hier vorgelegte kleine Karte ist für die Sitzungsberichte in Zinkdruck von Friedrich Wolf hergestellt[7]).

7) Meine erste Benützung dieses Druckverfahrens hatte sich bei Abbildung „Turanischer Raçentypen" geboten; Sitz.-Ber der Münchner anthropol. Ges., 8. Febr. 1878. Auch war es Herrn Wolf schon damals möglich gewesen, photographischen Lichtdruck als Original zu transferiren, indem beim Umdrucke auf das Zink gleichmässig körniges statt glatten Papieres gewählt wurde.

Digitized by Google

In der Anwendung dieses Verfahrens wird durch Umdruck eines beliebig hergestellten positiven Bildes auf Zink und durch Aetzen des Metalls das Drucken in Letternsatz wie mit einem Holzschnitte in einfachster Weise ermöglicht, und zwar mit grosser Schärfe noch.

Das Flussnetz liess sich in seinen Hauptformen, ungeachtet der sehr bedeutenden Reduction[8]), noch ziemlich ausführlich angeben; es sind zur Erleichterung des allgemeinen Vergleiches, soweit der Raum es gestattete, einige aber verhältnissmässig nur wenige der grösseren Orte für Indien gleichfalls eingetragen.

Für die Gebirgssysteme ist Gegenstand der Darstellung zunächst die Angabe der 3 Hauptketten Hochasiens, und es sind in gleicher Weise die dominirenden Erhebungen der Nachbargebiete im Nordwesten beigefügt; in der Stärke der entsprechenden Linien ist für die Hauptketten weder nach Höhe noch nach den politischen Gebieten eine Unterscheidung gemacht; secundäre Verbindungen, ebenso Verzweigungen, sind ein wenig heller gehalten.

Als die grösste unter den stark hervortretenden Seitenformen ist jener Kamm zu nennen, welcher nahe bei 80° östl. L. v. Gr. beginnend in etwas wechselndem Abstande nördlich von der Karakorúm-Hauptkette sich hinzieht und in seinem östlichen Theile das Quellengebiet des Dibóng umgibt. Nach den noch weniger zahlreichen Nachrichten, welche 1871 schon vorgelegen hatten, wurde von mir der Beginn dieser Seitenform nicht so weit im Westen, wie jetzt sich ergibt, angenommen.

Die punktirten Linien, welche die Massenerhebung der vereinigten Gebirgssysteme im Westen, im Norden und im

---

8) Der Maassstab für die Grösse ergab sich, mit Anpassen an die hier vorliegenden Columnenbreite, nahezu = 1 : 29 Millionen (genauer 1 : 29·4 Millionen).

Digitized by Google

Süden als die Begrenzung derselben umgeben, bilden im Süden den Rand gegen das verhältnissmässig schon sehr tief liegende indische Flachland; dieses ist selbst in der oberen nordwestlichen Ecke bei Pesháur am Gebirgsrande nur 1200 bis 1300 F. hoch.

Die Depression von Ost-Turkistán dagegen hat längs des Gebirgsrandes im Norden noch ungleich grössere Höhe; bei Yarkánd beginnt die Fläche derselben etwas über 4500 F. hoch, und am See Lop, obwohl in gleicher östlicher Länge wie die Mittellinie des Ganges-Delta, ist die Höhe noch über 2200 F. Dort allerdings schliessen sich weniger hohe aber sehr ausgedehnte Erhebungslinien an, welche, gegen Osten und Südosten, ähnlich wie die Pámir- und die Bólor-Höhen gegen den Thianshán zu, das Eintreten bestimmten Wechselns der Bodengestaltung beschränken. Auch vom See Lop südwestlich zeigt sich, nach Prschewalski's neuesten Routen, in verhältnissmässig geringer Entfernung Gebirgserhebung, welche topographisch vom Künlün in seinen letzten Ausläufern gegen Osten schwer zu trennen sein dürfte.

Als Daten zum Vergleiche der Basis Hochasiens mit Dimensionen Europas sind die folgenden Ausgaben beizufügen.

Ausdehnung nach Breite: von der Austrittstelle des Karnáli-Flusses aus der „Grenze der Gebirgsregion" im Süden bei 28½° N. bis zu jener des Kéria-Flusses im Norden bei 36¾° . . 8°

Ausdehnung nach Länge: vom westlichen Ende der südlichen der 3 Hauptketten, des Himálaya, westnordwestlich von Pesháur bei 71° O. v. Gr. bis zum östlichen Ende der Mittelkette am Brahmapútra-Gebiete bei 96° O. v. Gr. . . . .

Digitized by Google

Die Alpen, welche zwischen 43½° N. an ihrem westlichen nach Süden gekrümmten Theile und 48° N. Breite liegen[9]), haben vom mittleren Südrande aus wenig über 3° Breitenunterschied; ihre Differenz der Längengrade, 11° betragend, liegt zwischen 5⅓ und 16½° O. v. Gr., wobei überdiess der höheren nördlichen Breite wegen auch die Grösse der Längengrade schon eine bedeutend kleinere ist. Ausdehnung gleich der Basis Hochasiens würde in Europa einer Breitenentfernung wie von Turin nach Hamburg und einer Längenentfernung gleich jener von Gibraltar nach der Mitte Griechenlands entsprechen.

Die politische Begrenzung des Südens durch den Karakorúm, dann auch durch den noch weiter nördlich liegenden Künlün ist, längs der riesigen Ausdehnung dieser Ketten in ihrer Hauptrichtung von West gegen Ost, wie zu erwarten, keine gleichartige. Gute Zusammenstellung hat jüngst das Buch von Dr. Konrad Ganzenmüller „Tíbet nach den Resultaten geographischer Forschungen früherer und neuester Zeit"[10]) gebracht. Auch die letzten Mittheilungen über Prschewalski's Expedition, die aus der Oase Shah-chaü in der Góbi-Wüste bis jetzt eingetroffen sind, lassen sich als dies bestätigend erkennen; seit Ende Juli ist er nach Süden aufgebrochen und schreitet dann, wo möglich mit etwas Wendung gegen Südosten, nach Lása vor.

Vom Anschlusse an den Hindukúsh bis gegen die mittlere östliche Länge von 80° v. Gr. bilden, a) der Karakorúm-Kamm, b) eine Querkette, die ihn längs der linken Seite des obersten Kériagebietes mit dem Künlün verbindet, (wie gleichfalls auf obiger kleiner Karte zu sehen ist), und

9) Die Dimensionen sind besprochen in unseren „Untersuchungen über die phys. Georgr. und die Geol. der Alpen" Bd. II S. 104—116.

10) Stuttgart, Verlag von Levy & Müller, 1878.

Digitized by Google

c) östlich davon der Künlün die Grenze von Ost-Turkistán und Tíbet.

Die Dimensionen jedoch des Karakorúm zeigen noch bedeutend grössere Ausdehnung dieses mittleren Hochgebirges gegen Osten, bis zu 95° östl. v. Gr. an der Umkreisung durch den Dibóng und dann, allmählig auslaufend, bis zum Ende des Flusses am Brahmapútra, nahe dem Dihóng-Delta; dennoch sind sie schon längs Turkistán verglichen mit europäischen Verhältnissen sehr grosse zu nennen. Die Tauernkette unserer Alpen, die besonders deutlich als zusammenhängend sich zeigt, hat vom Brennerpasse im Westen bis an die steyerischen Alpen (mit dem Scalenrädchen[11]) gemessen), gegen 116 engl. Meilen oder circa 187 Kilometer; vom Mestúj-Passe bei Yássin bis zum Lungkám-Passe, dem östlichsten direct bestimmten Punkte der Karakorúm-Kette, nahe dem Ende der Karakorúm-Begrenzung von Ost-Turkistán, ist die entsprechende Ausdehnung des Kammes bereits gegen 447 engl. Meilen oder 721 Kilometer.

Wenig östlich nur vom See Lop, der noch turkistánisch ist, und zwar an seinen Gestaden und auf den umgebenden Oasen von Túrkis der so charakteristischen arischen Raçe bewohnt ist, verschwindet dann rasch, mit dem Auftreten turanischer Raçen, im Norden der Landesgrenze die letzte Spur arischen Elementes, die etwa noch auf Túrki-Raçe zu beziehen wäre.

---

11) Erl. „Reisen“ Bd. III, S. 341.

Digitized by Google

II.

Die Ansichten, welche in den 4 Bänden der „Reisen" theils als Bilder in Xylographie, theils als Gebirgsprofile in Contouren lithographisch gravirt gegeben sind, konnte ich, ebenso wie die grösseren Tafeln für den Atlas[12]) der „Results", jener Reihe von Zeichnungen, Tonskizzen und Aquarellen entnehmen, welche von Adolph und mir während der Reise als Objecte der Landschaft, der Vegetation, sowie der Architectur und der Wohnstätten der Eingebornen aufgenommen wurden; grosse Formen, günstige Stimmungen u. s. w. hatten wir, wo die Zeit es erlaubte, in Farbe ausgeführt.[13])

Für die Gebäude, besonders für jene monumentaler Construction wurde auch Photographie benützt; in den hier zu besprechenden Reihen sind einige photographische Blätter ebenfalls enthalten, solche nemlich, für welche Farben-

12) „Results of a scientific Mission to India and High Asia, 1854 bis 1858." Leipzig, F. A. Brockhaus; London, Trübner and Co. Bis jetzt publicirt Vol. I bis IV in 4° und 43 Atlas-Tafeln in Imp.-Fol.

Von den Tafeln des Atlas sind einige Tondrucke, die meisten sind als Farbenskizze mit wenig Steinen gehalten; ähnlich wie die Blätter im Atlas zu unserm 2. Bande „Phys. Geogr. u. Geol. der Alpen, 1854," aber kräftiger in Ton und Farben.

13) Gleichzeitig mit der Erlaubniss der Aufstellung der ethnographischen Gegenstände unserer Sammlungen in der K. Burg von Nürnberg, zur Vermittlung der Aufnahme in Staatssammlungen, hatte ich von S. M. König Ludwig II. für die Aquarelle und Zeichnungen nebst Büchern, Karten etc. in der K. Neuen Pinakothek zu München Raumanweisung gewährt erhalten. Mitgeth. in Sitz.-Ber. des 1. Dec. 1877 — Die ausgedehnte Kartensammlung ist sehr bald darauf, als Ganzes sogleich, für die K. B. Hof- und Staats-Bibliothek angekauft worden. Jüngst wurde noch in sehr anerkennender Weise eine erste Auswahl von Aquarellen getroffen, welche in das K. B. Handzeichnungs-Cabinet aufgenommen wurden.

Ausführung meist als Gouache-Skizze auf den zu dunklen Theilen, oder jedenfalls das für Landschaft nöthige Abtönen der Vegetation noch vorgenommen wurde. Es konnten hiezu mehrmals auch photographische Arbeiten unseres Bruders Robert verwandt werden.[14])

Vor allem war es unser Bestreben, obgleich nicht selten mit etwas Schwierigkeit verbunden, für die grösseren Ansichten, die als Bilder sich boten, stets auf passende Wahl des Standpunktes aufmerksam zu sein und bei diesen ebenso wie bei den localen Studien aller Composition, durch Hereinziehen etwa möglicher aber nicht an Ort und Stelle vorliegender Verhältnisse, uns zu enthalten. Für den Naturforscher, der zeichnet, ist das Aufsuchen des richtigen Standpunktes von ebenso grosser Bedeutung wie die Wahl des Gegenstandes. Ein Ueberblick, welcher Beurtheilung erlaubt ohne Störendes zu bieten, entspricht bei diesem dem Gedanken des Künstlers im Zusammenstellen des Bildes.

Andererseits sind ohnehin für die Darstellung von Landschaften Unrichtigkeit der Formen im Bilde, besonders zu steile Neigung bei Hochgebirgen[15]), oder das Verbinden

14) Die architektonischen sowie die landschaftlichen Photographien, welche als solche nicht mehr überarbeitet wurden, sind davon getrennt gehalten und bilden als Bände für sich mit den gleichfalls zahlreichen Photographien aus der verschiedenen Theilen der Bevölkerung selbstständige Reihe.

15) In entsprechender Weise war die Disposition, hohe Berge zu steil zu sehen, bei den Bewohnern Hochasiens als eine allgemeine zu erkennen, obwohl die Bevölkerung aus den 2 unter sich so verschiedenen Raçen der Arier und Turanier besteht, und obwohl alle beide, gerade weil Bergbewohner, stets Verständniss und Interesse zeigten, wenn sie Landschaftsbilder vorgelegt erhielten. Die Bewohner der flachen Gebiete der indischen Halbinsel dagegen, auch jene auf verhältnissmässig hoher Bildungsstufe, hatten überhaupt für den Charakter von Landschaft nirgend in befriedigender Weise Sinn gezeigt. Erl. „Reisen" Band II S. 275/276.

Digitized by Google

von Gestaltungen, die an sich und einzeln richtig sind aber in der Natur coëxistirend nicht vorkommen, überall und lange ungeahnt ein Hemmschuh gewesen; selbst in Europa wurde erst in verhältnissmässig neuer Zeit in diesem Zweige der bildenden Kunst genügend gelehrt, dass die Grösse des Eindruckes durch irgend naturwidrige Formen nur verlieren könne.

Objectives Auffassen ergibt sich in fernen Gebieten, neuen Erscheinungen gegenüber am lohnendsten; auch schliesst dieses nicht aus, verschieden darin von einfach mechanischer Reproduction, die Begrenzung des Wiederzugebenden zu bestimmen und zufällig Störendes unberücksichtigt zu lassen.

Es hat sich zwar wiederholt manche Schwierigkeit in der Beschränkung geboten, am häufigsten für die Anlage des Vordergrundes; doch hat sich auch stets bleibender Vortheil damit verbunden. Es wird dabei nicht nur die Erinnerung an die erhaltenen Eindrücke um so bestimmter fixirt, sondern man sichert sich dadurch allein in der richtigen Weise die positiven Anhaltspunkte für späteres kritisches Vergleichen der Bodengestaltung und der Vegetationsformen der Landschaften in ihrer Verbindung mit Bedingungen des Auftretens oder mit anderen naturwissenschaftlichen Fragen.

Bei der Aufnahme der grösseren Objecte, welche häufig, besonders in den Hochgebirgen, so viel des topographisch Wichtigen zeigten, wurden auf Pausen des Bildes Visionsrichtungen und Höhenwinkel, Namen sowie andere Angaben der Eingebornen, oft auch geologische Erläuterungen, Neigung der Bergabhänge in Zahlen u. s. w. eingetragen. Jetzt sind die verschiedenen Reihen der Pausen als Foliobände geheftet.

Sogleich nach der Rückkehr, in Verbindung mit dem systematischen Zusammenstellen der „Beobachtungs-Manu-

Digitized by Google

scripte“[16]), welches ich schon in einer früheren Abhandlung zu besprechen Veranlassung hatte, habe ich auch die Zeichnungen und Aquarelle[17]) in Gruppen vereint, mit Anlage eines Cataloges. Es sind dabei nebst der zur Grunde liegenden Eintheilung nach den geographischen Gebieten Gegenstände grossen landschaftlichen Ueberblickes als solche getrennt gehalten; dessgleichen sind Gebäude, auch Natur-Objecte von speciellem, wohl markirten Typus ihrer Formen geschieden, wie Flüsse, Vegetation und Gebirgsgestaltungen vereinzelten Charakters. Innerhalb der Gruppen folgen sie sich den Routen entlang und nach der Zeit der Aufnahme. In der Ecke links ist auf jedem Blatte die Ziffer der Gruppe und die Nummer innerhalb dieser, in der Ecke rechts die durchlaufende Nummer angegeben; letztere ist im englischen Atlas und in den deutschen Publicationen ebenfalls der betreffenden Ansicht beigefügt. Im Cataloge ist noch für die Aufnahme die Signatur des Namens und die Angabe des Tages[18]) enthalten.

Da der Catalog für Handexemplare in Druck gegeben wurde, konnten auch hier, entsprechend der Beilage des allgemeinen Capitel-Verzeichnisses in jedem der einzelnen Manuscript-Bände, die nöthigen Exemplare den einzelnen Mappen und den Bänden der Pausen beigelegt werden; es ist dadurch vielfach erleichtert bei der Beurtheilung der betreffenden Gegenstände in ihren Einzelheiten Verwandtes,

---

16) Angegeben in „Die Pässe über die Kammlinien des Karakorúm und des Künlün.“ 1874. Denkschr. der k. b. Ak. Bd. XLIV S. 11.

17) Da die „Results“ bald darauf zu beginnen waren, ist dieser Catalog als Vorarbeit für den Atlas englisch gemacht worden.

18) Auf den Blättern der grösseren Ansichten aus den Hochgebirgen steht auch als „Stunde“ die Tageszeit, welche bei der Durchführung der Arbeit als Periode der Beleuchtung und Stimmung eingehalten ist.

das in einer der anderen Gruppen auftritt, vergleichend zu prüfen.

Was ich hier aus dem Cataloge folgen lasse, beschränkt sich auf das Blatt, welches dort als Inhaltsverzeichniss gegeben ist.

Inhalt des Landschaften-Cataloges.

A. Indien.

Gruppen		Gen.-Nro.
I.	Aufnahmen in Zeichnung als Rundsicht Nro. 1—22.	1—22.
II.	Kónkan und Westliches Dékhan . . . Nr. 1—23.	23—45.
III.	Von Bengálen bis zum Pănjáb . . . Nr. 1—28.	46—73.
IV.	Khássia-Gebirge und die umgebenden Ebenen . . . . Nro. 1—16.	74—89.
V.	Central-Indien . . . . Nr. 1—21. a. Málva und Berár. — b. Sandsteingebiet des südlichen Dékhan.	90—110.
VI.	Oestliche Ghăts und Karnátik . . . . Nro. 1—18. a. Ghăts. — b. Umgebungen von Madrás.	111—128.
VII.	Maissúr und Nílgiris . . . . Nro. 1—22. a. Maissúr. — b Nílgíris.	129—150.
VIII.	Flüsse . . . . Nr. 1—50. a. Brahmapútra. — b. Ganges. — c. Pănjáb — d. Central-Indien.	151—200.

Digitized by Google

B. Indien und Hochasien.

Gruppen		Gen.-Nro.
IX.	Bäume und Vegetationsformen . . . Nro. 1—49. a. Tropen. — b. Khássia-Gebirge. — c. Oestlicher Himálaya[19]). — d Westlicher Himálaya. — Tíbet.	201—249.
X.	Tempel, monumentale Gebäude, europäische Wohnsitze . . . . . Nro. 1—28. (incl. 25 b.) a. Indien. — b. Himálaya, Tíbet. — c. Europäische Wohnsitze.	250—277.
XI.	Wohngebäude der Eingebornen, Brücken, Dörfer etc. . . . . Nr. 1—76. a. Bombay, Madrás, Ceylon. — b. Nördliches Indien, von Ost nach West. — c. Stämme an der Nordostgrenze von Indien. — d. Oestlicher Himálaya. — e Westlicher Himálaya. — f. Tíbet bis Turkistán.	278—353.

C. Hochasien.

XII.	Panoramen aus dem Himálaya, aus Tíbet und aus Turkistán . . . . Nro. 1—25.	354—378.
XIII.	Oestlicher Himálaya . . . . . . Nr. 1—34. a. Bhután. — b. Síkkim. — c. Nepál.	379—412.
XIV.	Westlicher Himálaya . . . . . . Nro. 1—57. a. Kämáon. — b. Gárhvál. — c. Símla, Kúlu, Lahól. — d. Kashmír bis Pănjáb.	413—469.
XV.	Gnári Khórsum, Central-Tíbet . . . Nro. 1—27. a. Nördlich vom Sătlej. — Südlich vom Sătlej.	470—496.

19) Im Cataloge ist in Kürze als „Himálaya“ bezeichnet die indische Seite der Kette, von Bhután bis Kashmír.

Gruppen		Ges.-Nr.
XVI.	Westliches Tíbet, mit dem Karakorúm in Bálti . . . . Nro. 1—55. (incl. 22 b.) a. Von Spití nach Tsánkar und Súru. — b. Bálti. — c. Von Hazóra nach Gurés.	497—551.
XVII.	Aus Ladák in West-Tíbet, u. über den Karakorúm u. den Künlŭn nach Turkistán Nr. 1—28.	552—579.
XVIII.	Salzseen und heisse Quellen . . . . Nro. 1—19. a. Salzseen. — b. Mineralwässer und heisse Quellen.	580—598.
XIX.	Schneegipfel und Gletscher . . . . Nr. 1—48. a. Oestlicher Himálaya. — b. Kămáon und Gărhvál. — c. Gnári Khórsum. — d. Spíti, Ladák. — e. Lahól, Mustágh-Massif (Bálti- und Yárkand-Seite). — f. Karakorúm und Künlu'n (Núbra bis Khótan).	599—646.

D. Ueberlandweg von Indien nach Europa.

XX.	1) Vom Indischen Ocean bis Aegypten Nro. 1—33. a. Indischer Ocean. — b. Rothes Meer. — c. Aegypten.	647—700.
	2) Mittelländisches Meer und Atlantischer Ocean. Nro. 34—54. d. Oestlicher Theil des Mittelländischen Meeres. — e. Westlicher Theil des Mittelländischen Meeres. — f. Atlantischer Ocean; Küsten von Spanien und von Portugal.	

E. Aus dem Nachlasse meines Bruders Adolph,

erhalten nach seiner Ermordung (26. Aug. 1857).

XXI.	Vom Pănjáb und dem nordwestlichen Himálaya bis Ost-Turkistán . . . Nro. 1—51.	701—751.

Digitized by Google

III.

In dem Exemplare dieses Bandes, welches ich heute der k. Akademie überreiche, ist auf der Tafel bei Seite 278 dem Berichte über die Káshgar-Reise meines Bruders Adolph auch ein Andruck des Porträts des Gefallenen beigefügt, ausgeführt von Herrn Hofmaler Gräfle; schon in der Mai-Sitzung 1879 war mir gewährt, dasselbe im Originale vorzulegen und zu besprechen. Die Reproduction im Lichtdruck, von Herrn J. B. Obernetter, ist für Vol. V. der „Results" bestimmt.

Die landschaftlichen Tafeln sind hier, in Band IV, die folgenden, mit durchlaufender Signatur für diesen als den letzten der Reihe. (Das Zeichen △ vor einem Ortsnamen bedeutet Déra oder Haltestelle, unbewohnt.)

A. Die Gebirgsprofile der Schneeketten Hochasiens, in schraffirten Contourzeichnungen.

VII. Die Karakorum-Kette, zwischen Ladák und Turkistán, und der Künlün, in Turkistán.

15. Das Dápsang-Panorama.

*Dápsang-Plateau, südliche Vorstufe des Karakorúm-Passes;

Standpunkt im centralen Theile: Nördl. Br. 35° 24'.

Oestl. Länge von Gr. 78° 2'.

Höhe 17,500 engl. F.

H. v. SS., August 1856. (Gen. Nr. 370.)

Digitized by Google

16. Das Aktágh*-Panorama.

*Aktagh-Plateau, nördliche Vorstufe des Karakorúm-Passes; am Lagerplatze: Nördl. Br. 35° 54'. Oestl. Länge von Gr. 78° 0'.

Höhe 16,860 engl. F.

H. v. SS., September 1856. (Gen. Nr. 371.)

17. Das Súmgal*-Panorama.

*△ Súmgal, Lagerplatz: Nördl. Br. 36° 2'. Oestl. Länge von Gr. 78° 59'.

Höhe, Fuss des Künlűn, am Karakásh-Flusse, 13,215 engl. F.

H. v. SS., August 1856. (Gen. Nr. 576.)

18. Das Yángi*-Panorama.

*△ Yángi-Lagerplatz, auf der linken Seite des Karakásh-Flusses. Nördl. Br. 36° 1'. Oestl. Länge von Gr. 79° 25'.

Höhe 13,400 engl. F.

H. v. SS., August 1856. (Gen. Nr. 572.)

VIII. Der Karakorúm, zwischen Ladák und Khótan.

19. Das Giápsang*-Panórama, Hauptkette (A).

Chang Lang-Pass: Nördl. Br. 34° 22'. Oestl. Länge von Gr. 79° 3'.

Höhe 18,839 engl. F.

*Seitlicher Gipfel als Standpunkt, südsüdöstlich vom Passe gelegen.

Ad. S., Juni 1857. (Gen. Nr. 729.)

20. Das Chang Lang-Panorama.

Standpunkt: Felsenstufe, 2 engl. M. westl. von △ gNichú*, dem Lagerplatze am Nordfusse des Passes.

*Nördl. Br. 34° 32'. Oestl. Länge von Gr. 79° 10'.

Höhe 17,680 engl. F.

Digitized by Google

IX. Die Karakorúm-Nordseite und der West-Künlün, in Turkistán.

21. Das Língzi Thang-Panorama.

Standpunkt: Bei △ Búllak Báshi*, in der oberen Stufe der Língzi Thang-Mulde.

*Nördl. Br. 34° 50′. Oestl. Länge von Gr. 79° 24′. Höhe 17,220 engl. F.

Ad. S., Juni 1857. (Gen. Nr. 735.)

22. Das Bel Daván-Panorama.

Standpunkt: Bel Daván-Pass, in Seitenkamm nordwestlich von △ Kalchúskun*, 2600 F. noch über dem Lagerplatze.

*Nördl. Br. 36° 26′. Oestl. Länge von Gr. 78° 20′. Höhe 14,147 engl. F.

Ad. S., Juli 1857. (Gen. Nr. 744.)

B. Landschaftliche Ansichten und Architectur; Tafeln mit Tondruck.[20])

XX. Déra Sultán Chúskun*, in Núbra, im westlichen Tíbet.

*Nördl. Br. 35° 4′. Oestl. Länge von Gr. 77° 38′. Höhe, am Darváza oder am „Thore (des Eintretens)“, 14,440 engl. F.

H. v. SS., September 1856. (Gen. Nr. 556.)

Gegenstand dieser Ansicht ist das untere Ende des Kiziláb-Flusses, unmittelbar vor seinem Eintreten in den

20) Dieser Reihe sind hier die kleinen Erläuterungen beigefügt, dem Wunsche der hohen Classe entsprechend, welche ich bei der Vorlage derselben gegeben habe.

Digitized by Google

grossen Shayók-Fluss, wo eigenthümlich öde und doch schöne, grosse Formen sich zeigen.

Kiziláb, ein türkisches Wort, wie deren mehrere in dem tibetischen Núbra vorkommen, heisst das rothe Wasser; doch ist diese Färbung desselben, weil sie einfach durch die Art der Suspensionen hervorgebracht ist, verhältnissmässig wenig auffallend. Dies dagegen hebt sich vor allem hervor, dass mächtige Sandwälle, zum Theil auch feste Sandbänke sich gebildet haben. Zwischen den letzteren zeigt sich hier, thalabwärts gesehen, dieser stark erodirende Seitenfluss, bei niederem Wasserstande und ziemlich tief unter ihrer oberen Fläche. Das Einstürzen solcher Bänke mag von Zeit zu Zeit starke Unregelmässigkeiten in Folge von Aufstauungen und darauffolgendem Durchbruche des Wassers hervorbringen. Zur Linken des Kiziláb-Flusses befinden sich weiter zurück im Thale über den Uferbänken Berge, die bis an die Schneegrenze sich erheben, mit etwas über 5000 Fuss relativer Höhe. Aber die rechte Thalseite ist hier durch einen Ausläufer begrenzt, der kaum 2000 F. hoch ansteigt. Rechts im Bilde ist er als Mittelstufe sichtbar; über diesen führte die erste Fortsetzung unseres Weges gegen den Karakorúm-Pass.

XXI. Das Vohâb Jilgáne-Plateau, an der zweiten Haltestelle* nördlich vom Karakorúm-Passe, in Yárkand, in Ost-Turkistán.

*△ Jilgáne: Nördl. Br. 35° 49′. Oestl. Länge von Gr. 78° 10′.

Höhe, auch Mittel für das Plateau, 16,419 engl. F H. v. SS., August 1856. (Gen. Nr. 565.)

Der Lagerplatz Vohâb Jilgáne bot einen sehr guten Ueberblick gegen Osten und Nordosten und zeigte mehrere die Schneegrenze überragende Gipfel. Ich versäumte daher

Digitized by Google

nicht, da überdies in solchen Höhen die Tagemärsche nur kurze sein konnten, den Morgen nach dem Lagern daselbst zur Ausführung einer landschaftlichen Aufnahme zu benützen.

Obwohl ich bei dem Eintheilen der Ansichten für die Publication diesen Gegenstand wegen der Grösse des Blattes und wegen der bedeutenden, wichtigen Rundsicht für den Atlas zu den „Results“ bestimmt hatte, so wählte ich es jetzt doch für die „Reisen“. Die kräftigen aber dabei einfachen Formen liessen sich auch bei bedeutender Verkleinerung wiedergeben.

Die Beleuchtung war schön, aber nicht ganz günstig. Es hatte sich nämlich, wie in den darauffolgenden Tagen sehr häufig, etwas nächtlicher Nebel gebildet, der des Morgens zwar in leichten Duft sich löste und schönen Ton verbreitete, aber dabei auch manche Einzelheiten der Ferne verhüllte. Günstig war der niedere Barometerstand, 16·41 Zoll, durch Verdünnung der Luft sowohl als auch durch Verminderung der absoluten Menge der Feuchtigkeit.

Mein Standpunkt ist die obere Hälfte eines seitlichen Erdsturzes, der seine Profillinie und einen Theil seiner westlichen Seite zeigt. (In voller Ansicht war seine Form gleich jener des Erdsturzes, den man am Fusse des gegenüberstehenden Berges sieht.)

Im Vordergrunde bieten sich mehrere Gesträuche von Yabágre oder Myricaria germanica var. prostrata Desv.

Jenes nahe der Mitte des hellen Sandhügels hat die normale Form eines flachen grünen Ringes, ist beinahe geschlossen aber von sehr ungleicher Breite der Einfassung. Seitlich davon, etwas höher und zur Linken des Beschauers, zeigt sich eine solche Pflanze im Profil und lässt so die sehr unbedeutende Erhebung erkennen. Von Gräsern hatte ich nur einige Spuren zwischen den Steinen rechts unten anzudeuten.

Digitized by Google

Die Thiere in der Voháb-Ansicht sind wilde Pferde, Equus hemionus Pall.; sie werden auch von den Túrkis mit dem tibetischen Namen Kyang benannt. Ihre Species ist als eine zwischen Pferd und Esel stehende zu bezeichnen. Obwohl sie fast ausschliesslich in solch menschenleeren und von Raubthieren wenig gefährdeten Höhen wohnen, sind sie doch sehr scheu.

Was das Centrum des Bildes einnimmt, ist eine sehr ausgedehnte Wüstenfläche. Bei dem Durchschreiten derselben zeigte sich an einzelnen Stellen etwas dünner Vegetationsanflug, der aber aus einiger Ferne gesehen nicht mehr sich unterscheiden lässt. Viel häufiger als solche Plätze waren Flächen, die dicht mit Efflorescenz, fast ausschliesslich von verwitterter Soda, bedeckt sind. Diese Ablagerung an der Bodenoberfläche ist, ähnlich dem Sande, von heller, gelblichgrauer Farbe; sie bildet sich auch in diesen Höhen, durch Verdunsten einer ursprünglich wässerigen Lösung, aus welcher beim Beginne der Ausscheidung Krystalle kohlensauren Natrons mit 10 Aequivalenten Krystallwasser entstehen, die aber in trockner Luft und beschleunigt bei starker Erwärmung (welch letztere hier durch Besonnung hervorgebracht wird) als pulveriges Soda-Salz, mit nur 1 Aequivalent Krystallwasser, zerfallen oder „verwitterten."

XXII. Ruine Sikánder Mokám* am rechten Karakásh-Ufer, in Yárkand, in Ost-Turkistán.

*Nördl. Br. 35° 56'. Oestl. Länge von Gr. 79° 22'.
Höhe des Flussbettes 13,864 engl. F.

H. v. SS., August 1856. (Gen. Nr. 573.)

Hier zeigt sich ein Theil des oberen Karakásh-Thales, in der Richtung nach abwärts.

Sikánder Mokám war zur Zeit, als im Verkehre

Digitized by Google

zwischen Turkistán und Ladák auch der Uebergang nach Changchénmo nicht unbenützt geblieben ist, die letzte Haltestation vor dem Ansteigen zur Tháldat-Hochebene. Mit der Route, die wir gekommen waren, steht Sikănder Mokám nur in indirecter Verbindung indem ja die weglose und überflüssig lange Marschlinie über die Kizilkorúm-Kette und von dort hinab zum Karakásh-Thale vom Handelsverkehre nie berührt wurde. Jetzt, bei der Erneuerung der Wahl des Weges durch Changchénmo mag auch diese Haltestelle wieder an Bedeutung gewinnen. An die Verhältnisse der früheren Zeit erinnert hier mächtiges Mauerwerk, das, obgleich vom Einsturze bedroht, sehr deutlich sich unterscheidet, in Grösse und in Construction, von den losen Steinhütten wie sie sich am Wege, der aus Núbra herauf über die Karakorúm-Kette führt, an mehreren Stellen gezeigt hatten.

Ruinen von Zoll- und Befestigungsgebäuden, welche in einzelnen Perioden lebhafteren Verkehres — veränderlich vor allem je nach den politischen Verhältnissen — bisweilen errichtet werden, kommen auch auf anderen Wegen durch solche Wüsten vereinzelt vor. Meist erhalten sie sich nicht lange, wenn der Verkehr einmal unterbrochen ist. Bei Hayward, dessen Weg 13 Jahre später durch diesen Theil des Karakásh-Thales führte, ist Sikănder Mokám nicht erwähnt. Doch wäre es wohl möglich, dass er dem Flussufer entlang an dieser Stelle vorüberkam, ohne die etwas höher gelegenen Gegenstände zu bemerken oder genannt zu erhalten, ähnlich wie er den Kiúk Kiŏl-See unerwähnt lässt.

Die Wahl des Namens Sikănder Mokám, „Alexanders Lagerstätte", würde, wenn etwa als ideale Bezeichnung auf die im Thale prominirende Stellung bezogen, nicht überraschen. Aber nach den Begriffen der Eingebornen ist er ganz objectiv zu verstehen; Alexander der Grosse

soll auf seinem indischen Feldzuge hier sein Lager aufgeschlagen haben. Eine mythisch-historische Kunde von Alexanders Feldzug fanden wir sowohl in Indien allgemein, als auch bei den Mussălmáns im Norden von Hochasien. Nachricht über Alexander den Grossen hat sich wohl mit dem semitischen Materiale der Geschichte verbreitet, das nach und nach der Einführung des Korán folgte. Die Tibeter wussten nirgend von Alexander, selbst ihre Priester, die Lámas, nicht. (Der Weg Alexanders war übrigens bekanntlich ein ganz anderer gewesen, viel westlicher gelegen.)

Zu beachten ist die Felsengruppe zunächst den Mauern des Sikănder Mokám. Obwohl sie in der Landschaft gross sich abhebt, besteht sie nicht aus anstehendem Gesteine, sondern lose Blöcke sind es, die sich dort zeigen, rings umgeben von kantigen Schuttmassen, welche hier bis weit hinan die linke Thalwand bedecken. Das Gestein ist Grünstein (Hornblende und Feldspath), der auf dieser Seite des Karakorúm-Kammes sehr verbreitet ist; hier in der Form körniger, porphyrähnlicher Masse.

Unser Lager ist nicht auf dem schuttbedeckten Abhange, sondern etwas thalabwärts auf anstehendem Gesteine aufgeschlagen, das hier überdies eine ziemlich flach geneigte Stufe bietet. Zwischen der Ruine und unseren Zelten zog sich noch ein Seitenzufluss herab, dessen Lage durch die Terrainform im Bilde sich erkennen lässt. Das Wasser kommt aus einer Firnmulde, deren obere Wände, hell sich abhebend, zum Theile von diesem Standpunkte noch zu sehen sind. Die Abbildung des zweihöckerigen baktrischen Kameeles, im Vordergrunde von einem Túrki in schwerem kurzem Filzrocke und mit breitem flachem Wollhute geführt, bezieht sich, als Staffage, auf die Anwendung dieses Lastthieres Turkistáns ungeachtet der Schwierigkeiten solchen Gebirgslandes. Wir selbst hatten damals von Le aus keine

Digitized by Google

Kameele mit, hätten uns solche in Tíbet auch nicht verschaffen können. Ueberdies waren ja die Wege, die wir hatten wählen müssen, um möglichst unbemerkt vorzudringen, an vielen Stellen noch weit schlimmer, als jene des gewöhnlichen Verkehres, wie nur zu bald unser Verlust selbst an Pferden es zeigte. — (Die Anwendung und Verbreitung der Kameele in Turkistán als Hausthiere ist bei Besprechung des Rückweges erörtert, Bd. IV S. 197—200).

Für die Höhe des Karakásh-Flusses bei Sikănder Mokám ergab sich 13,864 engl. F.

Die ganze Breite des Thales ist hier über 3000 Fuss; jene des fliessenden Wassers war im August 2300 Fuss; die Tiefe erreichte nirgends 2 Fuss. Ungeachtet so bedeutender Horizontaldimensionen zeigten sich an den Seiten der sehr wenig gegen die Mitte sich senkenden Thalfläche Wassermarken, welche in den Sand- und Schlammlagern der geologisch neuesten Gestaltung 22⅓ Fuss als Erosionslinien erkennen liessen.

Der Fluss verschwindet nach zahlreichen Krümmungen hinter dem Bergrücken, der sich links gegen das Thal herabzieht; es ist diess von hier gesehen durch die letzten dunklen Reflexe auf dem Flusswasser bestimmter markirt als durch den Ton der Abhänge am rechten jenseitigen Ufer. —

XXIII. Das Indus-Thal bei Dĕra Ráldang* und Nióma Mut, in Ladák, im westlichen Tíbet.

*Nördl. Br. 33° 14'. Oestl. Länge von Gr. 78° 27'.

Höhe, an der Indus-Kreuzung, 13,858 engl. F.

(Höhe des Lagerplatzes, welcher hier der Standpunkt ist, 14,272 engl. F.)

Ad. S., Juni 1857, (Gen. Nr. 728.)

Ich gab hier, nach einem Aquarelle meines Bruders

eine Ansicht, vom linken Indus-Ufer thalaufwärts gesehen in der Richtung gegen Ost bei Süd.

Die Gestaltung des Indus-Thales ist deutlich breite flache Basis, mit Thonablagerung aus früherer Wasserbedeckung, und die umgebenden Bergkämme reichen von hier gesehen noch nirgend zur Schneegrenze hinan, obwohl schon die Höhe der Thalsohle am Indusrande 13,858 F. ist.

Die Uebergangsstelle über den Indus liegt etwas unterhalb der dunklen inselförmigen Bank, welche zur Zeit gerade an einer der breitesten Stellen des Flussbettes aus dem Wasser hervortritt; der Uebergang wird dessenungeachtet etwas weiter thalabwärts, dem Beschauer näher liegend, ausgeführt, weil sich dort, wegen breiter schlammiger Ränder am Felsen, mehr Schwierigkeit bieten würde als bei der grösseren Tiefe des Wassers an Stellen, wo der Fluss zugleich weniger breit und doch noch immer nicht reissend ist. Der Schnee in der Ferne ist nicht permanent.

Ráldang selbst ist als Lagerplatz oder Déra dieser Indus-Kreuzung nur in unmittelbarer Nähe, vorzüglich durch Reste von Feuerstellen, markirt. Am jenseitigen, rechten Ufer aber ist ein ständig bewohntes Dorf, Nióma Mut, auf dem langgezogenen dunklen Felsen gelegen, der auf der gleichen Seite aber weiter thalabwärts aus einem seitlichen Schuttdelta sich erhebt. Als Dorf liess es sich ungeachtet bedeutender Entfernung gut erkennen; es trat die Lage hervor sowohl durch die hier so seltenen Culturflächen, die es umgeben, als auch durch einige Tempelconstructionen von überraschender Grösse in solcher Gegend.

Am 7. Juni 1857, wurde hier von Adolph das Ueberschreiten des Indus vorgenommen, wie gewöhnlich in diesem Theile Tíbets ohne Fähre, selbst ohne Vermehrung der Träger und der Lastthiere des Reisezuges.

XXIV. Felsenstudie bei Déra Mazâr*, am Fusse der (secundären) Kiliân-Kette, auf der Khótan-Seite, in Ost-Turkistân.

(Nördl. Br. 36° 36′. Oestl. Länge von Gr. 78° 15′.
Höhe 11,396 engl. F.
Ad. S., Juli 1857. (Gen. Nr. 749.)

Diess ist eine der landschaftlichen Farben-Skizzen, die mein Bruder am Nordfusse des West-Künlün aufnahm, während er dort, vom 1. bis 12. Juli 1857, Halt machen musste, um bestimmte Angaben über die Möglichkeit seines Vordringens zu erhalten. Der Aufenthalt in jenem noch ganz unbewohnten Theile des Künlün, dessen Höhe in solcher Breite noch immer sehr ungünstige klimatische Verhältnisse bedingt, war für ihn und seine Caravane sehr beschwerlich; doch hatten sie kurz vorher, als sie das erstemal nördlich von Tibet wieder mit Menschen zusammengetroffen waren, von jener Caravane schon gehört, dass ein Aufstand gegen China ausgebrochen seï; er hatte nun die beiden Führer, Mohámmad Amín und Murád, vorläufig allein thalabwärts vorausgesandt, um Erkundigungen einzuziehen. Hier musste er die Rückkehr derselben erwarten.

Zur Erläuterung der geologischen Formen der vom Künlün auslaufenden Kilián-Kette habe ich die Skizze der Felsen bei △ Mazár gewählt. Das Gestein ist Gneiss, kömmt auch mit Glimmerschiefer an vielen Stellen der Umgebung vor. In seiner Gestaltung steilen Ansteigens ist es durch scharfbegrenzte, vielfach sich kreuzende Klüftungsflächen charakterisirt. Auch Divergenz in Keilform zeigt sich wiederholt in mittelhohen und tiefen Theilen solcher Felsenwände.

Von △ Mazár ist noch, für dieses Gebiet charakteristisch als Localitätsbezeichnung, die Bedeutung des Namens zu erwähnen. Mazár ist nämlich die Bezeichnung für „Begräbnissplatz" bei den Mussälmáns, und findet sich längs allen Caravanenwegen durch dieses Gebirge ziemlich häufig angewandt. Meist sieht man an so benannten Déras auch Gräber für Gefallene aufgerichtet und für manche Stellen erhält sich, als Componens mit Mazár verbunden, der Name eines Begrabenen. Als der nächste analoge Ort etwas weiter thalabwärts am Karakásh-Flusse gelegen, ist der Mazár am Südfusse des Sánju-Passes anzuführen, der zur Zeit von Adolphs Reise als △ Mazár Báju Ábu Bekr ihm angegeben wurde.

Digitized by Google

Sitzung vom 6. December 1879.

Fortsetzung der von Herrn v. Pettenkofer vorgelegten Abhandlung:

„Theorie des natürlichen Luftwechsels von G. Recknagel."

Dritte Abhandlung.

Ueber den Luftwechsel zweier Zimmer, welche, durch eine vertikale poröse Scheidewand getrennt, neben einander liegen, im Uebrigen aber von freier ruhiger Luft umgeben sind.

1) Zur Erklärung der Aufgabe ist es dienlich, zunächst das Verhalten der vertikalen Zwischenwand zu studiren.

Wir verfahren dabei ebenso wie in der zweiten Abhandlung, indem wir uns nämlich vorerst jedes der beiden Zimmer durch die Zwischenwand abgeschlossen in freier Umgebung denken und die Veränderungen nachweisen, welche in dem Verhalten der Zwischenwand dadurch eintreten, dass dieselbe beiden Zimmern gemeinschaftlich wird.

Das eine der beiden Zimmer von der Temperatur T und der Höhe H soll das Hauptzimmer heissen, das andere von der Temperatur T' und der Höhe H' sei das Nebenzimmer. Die Temperatur der freien Umgebung sei t.

Digitized by Google

Bezeichnet man mit P die ganze Gewichtsdifferenz

$$H\ 1{,}293\ \frac{B}{760} \cdot \frac{T - t}{270 + T + t}$$

zwischen der äusseren und inneren Luftsäule von der Höhe H (und einem Quadratmeter Grundfläche) und mit p_0 den Ueberdruck, welchen bei freier Umgebung die äussere Luft am Boden des Hauptzimmers über die innere Luft besitzt, so ist

$$p_0 = P\ \frac{l_2 + \frac{1}{2} l_1}{L},$$

wobei L das gesammte Lüfungsvermögen des Zimmers, l_2 das der Decke, l_1 das der vertikalen Begrenzung bezeichnet (vgl. Abhdlg. II S. 464 des Sitzungsberichtes vom 6. Juli 1878).

In der beliebigen Höhe z über dem Boden ist der Ueberdruck der äusseren Luft über die innere:

$$p_0 = \frac{z}{H}\ P,$$

wobei ein negativer Werth dieses Ausdrucks anzeigt, dass in der betrachteten Höhe die innere Luft Ueberdruck über die äussere besitzt.

Ist ferner mit analoger Bedeutung der markirten Zeichen

$$P' = H'\ 1{,}293\ \frac{B}{760} \cdot \frac{T' - t}{270 + T' + t'}$$

$$p_0' = P'\ \frac{l_2' + \frac{1}{2} l_1'}{L'},$$

so ist

$$p_0' = \frac{z'}{H'}\ P'$$

der Ueberdruck, welchen bei freier Umgebung in der Höhe z' über dem Boden des Nebenzimmers die äussere Luft über die im Innern dieses Zimmers befindliche Luft besitzt.

Digitized by Google

Stellen wir uns nun vor, die Zwischenwand, welche wir bisher zu jedem der beiden Zimmer besonders hinzudachten, werde gemeinschaftlich, und der Boden des Nebenzimmers liege um δ Meter tiefer als der des Hauptzimmers, so hat man, um einzuführen, dass man auch im Nebenzimmer die Stelle betrachten will, welche um z Meter über dem Fussboden des Hauptzimmers liegt $z + \delta$ an die Stelle von z' zu setzen.

Dann gibt die Differenz

$$(p_0 - p_0') - \left[z \frac{P}{H} - (z + \delta) \frac{P'}{H'} \right]$$

den Ueberdruck, welchen an dem gemeinsamen Theile der Zwischenwand in der Höhe z über dem Fussboden des Hauptzimmers die Luft des Nebenzimmers über diejenige des Hauptzimmers besitzt. Ein negativer Werth der Differenz gibt die entgegengesetzte Richtung des Druckes an.

Dieser allgemeinere Ausdruck ist z. B. dann anzuwenden, wenn man die Druckvertheilung längs einer Wand berechnen will, welche in einem oberen Stockwerke das Stiegenhaus von einem Zimmer oder geschlossenem Gange (Corridor) scheidet. Liegt die Wand zwischen zwei Zimmern des nämlichen Stockwerkes, so wird es zulässig sein,

$$\delta = 0, \; H' = H$$

zu setzen, d. h. anzunehmen, dass beide Zimmer zwischen denselben beiden Parallelebenen liegen. Dann reducirt sich der Ausdruck (q) für den Ueberdruck, welcher in der Höhe z über der Ebene der Fussböden die Luft durch die Zwischenwand aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer treibt, auf

$$q = p_0 - p_0' - \frac{z}{H} (P - P').$$

Im Folgenden soll dieses einfachere Gesetz der Druckvertheilung angenommen werden. Die Resultate beschrän-

ken sich demnach auf den Fall, dass die beiden Zimmer zwischen denselben horizontalen Parallelebenen eingeschlossen sind.

2) Die Druckvertheilung (q) bezieht sich freilich nur auf den ersten Moment, nachdem man sich die vorher in freier Umgebung gedachten beiden Zimmer durch die Zwischenwand verbunden denkt. Dennoch dürfte eine Discussion derselben, durch welche wir eine Uebersicht über die möglichen Strömungen erhalten, die Deutlichkeit wesentlich fördern, zumal hier durch den Uebergang in den neuen Beharrungszustand an der ersten Druckvertheilung in der Regel nur wenig geändert wird. (Vgl. die Beispiele am Schluss d. A.)

Bestimmen wir zunächst die Höhe $\bar{z}$, in welcher die neutrale Linie der Zwischenwand liegt, so folgt aus

$$o = p_0 - p_0' - \frac{\bar{z}}{H}(P - P')$$

$$\bar{z} = \frac{p_0 - p_0'}{P - P'} H.$$

Somit besitzt die gemeinschaftliche Wand nur dann thatsächlich eine neutrale Linie, wenn $p_0 - p_0'$ mit $P - P'$ von gleichem Vorzeichen und zugleich dem absoluten Werthe nach

$$p_0 - p_0' < P - P'$$

ist. In den übrigen Fällen hat der durch die gemeinschaftliche Wand gehende Luftstrom in der ganzen Höhe der Wand die gleiche Richtung.

Diese Fälle sollen zunächst erörtert werden.

a) Ist die Temperatur in beiden Zimmern gleich hoch, so ist $P = P'$, und der Ueberdruck q ist in jeder Höhe der Zwischenwand gleich gross, nämlich gleich $p_0 - p_0'$. Somit geht in diesem Fall durch die

Zwischenwand ein Luftstrom, welcher überall die gleiche Richtung und Stärke hat. Seine Richtung hängt davon ab, ob die Differenz $p_0 - p_0'$ positiv oder negativ ist. Ist sie positiv, dann strömt die Luft aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer, während das negative Vorzeichen die entgegengesetzte Richtung des Luftstroms anzeigt.

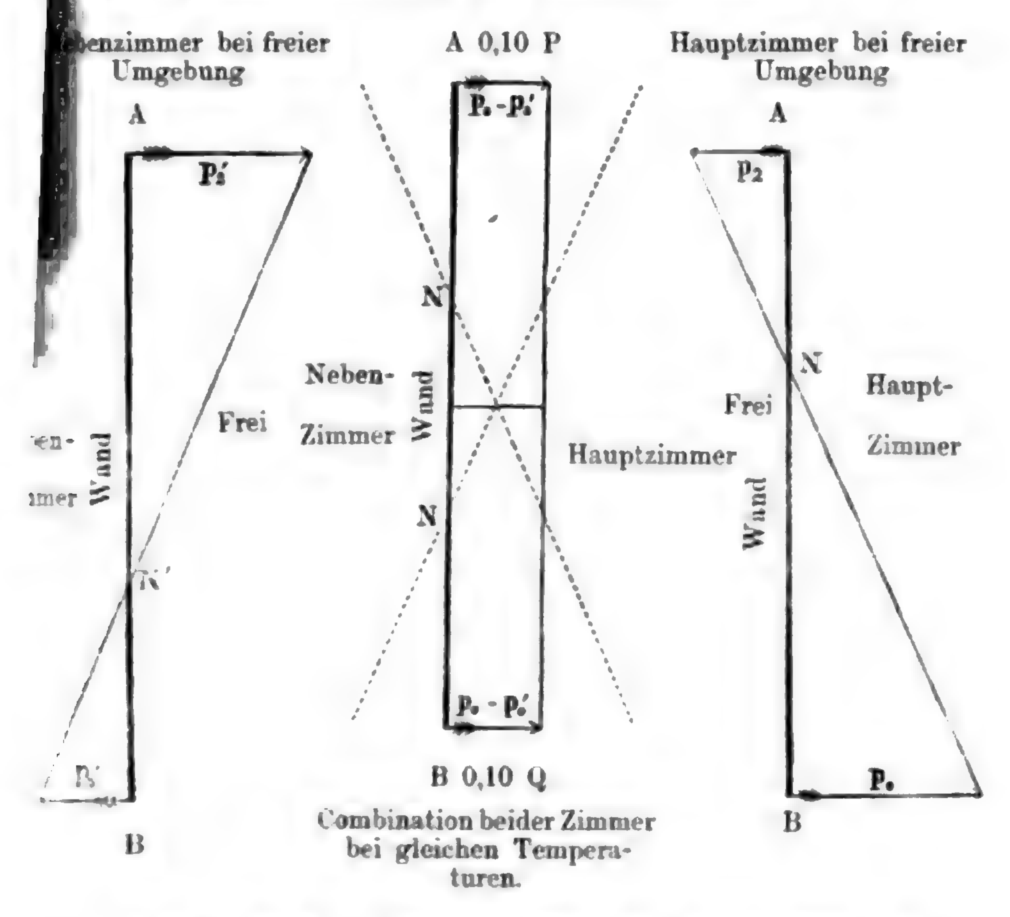


Fig. 4 gibt ein Bild der längs der Zwischenwand bestehenden Druckdifferenz, wenn diese Wand zwei Zimmer von gleich hoher Temperatur trennt, deren neutrale Zonen (bei freier Umgebung) in den Höhen $BN = \frac{2}{3} H$ und $BN' = \frac{1}{3} H$ liegen. Die der Wand Parallele PQ begrenzt die überall gleichen Ueberdrücke $(p_0 - p_0')$, welche einen

Luftstrom aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer treiben. Der Flächeninhalt der Figur APQB gibt ein Bild der stündlich durch die Wand strömenden Luftmenge, welcher er proportional ist.

b) Sind die Temperaturen beider Zimmer verschieden, so läuft die Drucklinie (wie PQ) der Wand AB nicht parallel; aber es kann vorkommen, dass ihr Schnittpunkt in die Verlängerung der Wand AB, und zwar entweder unter B hinab oder über A hinaus fällt. Ersteres ist der Fall, wenn das Vorzeichen von $p_0 - p_0'$ von dem Vorzeichen der Differenz $P - P'$ verschieden ist, letzteres, wenn die Vorzeichen zwar gleich sind, aber absolut

$$p_0 - p_0' > P - P'.$$

Fig. 5 gibt ein Bild der Druckvertheilung längs der Zwischenwand AB derselben beiden Zimmer, welche in Fig. 4 behandelt sind. Das Nebenzimmer hat noch die frühere Temperatur, im Hauptzimmer aber ist sie um c. 4 Grade tiefer als vorhin angenommen, so dass nun für letzteres

$$p_0 = 0{,}16, \; P = 0{,}24$$

während für das Nebenzimmer die früheren Werthe ($p_0' = 0{,}10$, $P' = 0{,}30$) verbleiben.

Da $p_0 - p_0' = 0{,}06$, $P - P' = -0{,}06$, so wird $\bar{z} = -H$ und es convergirt die Drucklinie PQ nach einem um die Strecke H unterhalb des Bodens liegenden Punkte.

Die Luft strömt unter dem mittleren Ueberdruck

$$p_0 - p_0' - \frac{P - P'}{2} = 0{,}09$$

vom Nebenzimmer in das Hauptzimmer, und das Trapez A P Q B stellt wiederum die Stärke dieses Luftstromes dar.

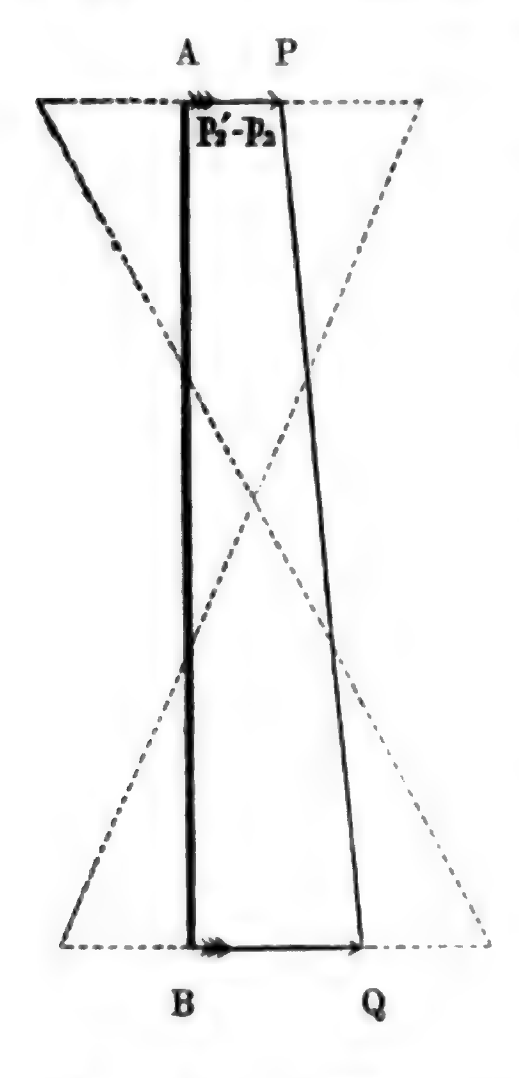


Fig. 6 veranschaulicht den durch die Werthe

$p_0 = 0{,}24$ $\quad p_0' = 0{,}10$
$P = 0{,}36$ $\quad P' = 0{,}30$

gegebenen Fall, wobei wiederum das Nebenzimmer seine vorige Temperatur hat, während das Hauptzimmer um 4° wärmer ist als bei Fig. 4 vorausgesetzt wurde.

Da

$p_0 - p_0' = 0{,}14$; $P - P' = 0{,}06$,

so schneidet die Drucklinie Q P die Wand B A in einem $\frac{7}{8}$ H über dem Boden liegenden Punkt, und ein überall gleich gerichteter Luftstrom, dessen Stärke durch den Inhalt des Trapezes A P Q B dargestellt ist, wird von dem mittleren Ueberdruck 0,11 vom Nebenzimmer in das Hauptzimmer getrieben.

Die Fälle, in welchen der Zwischenwand die neutrale Linie fehlt, haben das gemeinsame, dass die Frage nach welcher Seite der Luftstrom geht, durch das Vorzeichen von $p_0 - p_0'$ allein entschieden wird. Der mittlere Ueberdruck ist dabei stets von der Grösse

$$p_0 - p_0' - \frac{P - P'}{2}.$$

3) Besitzt die Zwischenwand eine neutrale Linie, so hat der Luftstrom unterhalb derselben die dem oberen entgegengesetzte Richtung, und zwar strömt die Luft unten aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer, wenn

$$p_0 - p_0'$$

positiv ist, während ein negativer Werth dieser Druckdifferenz die umgekehrte Richtung anzeigt.

Es kann somit der Fall eintreten, dass die Luft an allen übrigen vertikalen Wänden eines Zimmers unten einströmt und oben abströmt, während nur an der Zwischenwand, welche das Zimmer von einem anderen scheidet, die Richtungen umgekehrt sind, nämlich die Luft durch den oberen Theil der Zwischenwand ein-, durch den unteren ausströmt.

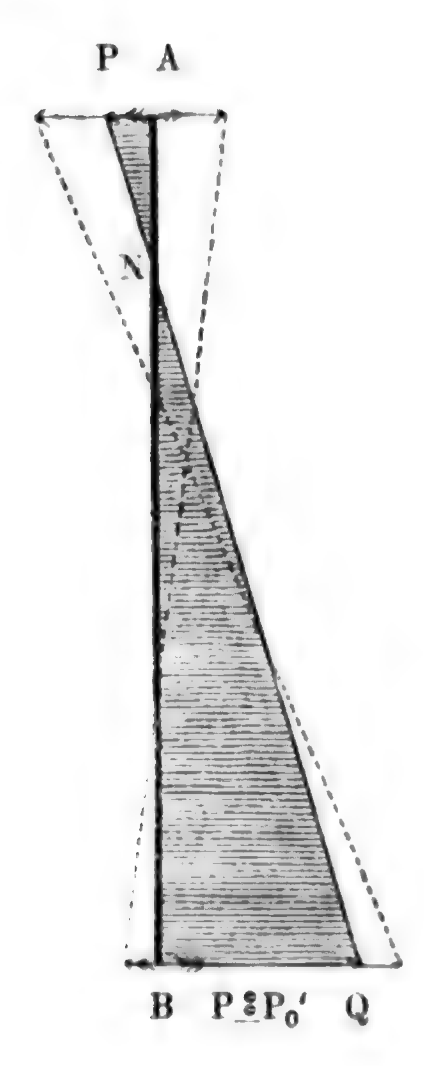


Fig. 7 stellt den Fall dar, wo die Zwischenwand eine neutrale Linie besitzt und das Nebenzimmer den eben beschriebenen eigenthümlichen Luftwechsel hat.

Die Figur ist nach den Daten

$$p_0 = 0{,}20, \quad P = 0{,}30$$
$$p_0' = 0{,}03, \quad P' = 0{,}09$$

gezeichnet und bezieht sich demnach ebenfalls auf die in den vorausgehenden Figuren angenommenen Zimmer. Das Hauptzimmer ist wieder in seinem anfänglichen Zustand (Fig. 4) gedacht, die Temperatur des Nebenzimmers aber um c. 14° tiefer, also nur noch um 6° höher als die Temperatur der freien Umgebung.

Digitized by Google

Es ist leicht zu beweisen, dass in allen Fällen, wo die Zwischenwand, welche zwei Zimmer von gleicher Höhe trennt, eine neutrale Linie hat, der durch die Zwischenwand vor sich gehende Luftwechsel in demjenigen der beiden Zimmer bezüglich der Richtung der Luftströme dem freien ähnlich bleibt, welches die höhere Temperatur hat.

Denn die Existenz der neutralen Linie setzt voraus, dass $p_0 - p_0'$ gleiches Vorzeichen mit $P - P'$ hat. Da die Zimmer gleich hoch sind, so ist $P - P'$ positiv oder negativ, je nachdem die Temperatur im Hauptzimmer oder im Nebenzimmer höher ist. Somit ist unter denselben Bedingungen auch die Differenz $p_0 - p_0'$ positiv oder negativ, und da deren Vorzeichen die Richtung der unteren Strömung bedingt, so erfolgt unten Einströmung in das Hauptzimmer oder in das Nebenzimmer, je nachdem ersteres oder letzteres die höhere Temperatur hat.

4) Bisher wurde die Druckvertheilung längs der Zwischenwand betrachtet, wie sie im ersten Moment stattfindet, nachdem die beiden Zimmer, die man sich vorher einzeln in freier Umgebung dachte, eben an einander gestossen wurden.

Nimmt in Folge der aus der Combination resultirenden Druckvertheilung (q) die Menge der durch die Zwischenwand in eines der beiden Zimmer eintretenden Luft stärker zu oder ab, als die Menge der durch dieselbe Wand austretenden Luft, so ist das Gleichgewicht, welches bei freier Umgebung zwischen ein- und ausströmender Luft bestand, gestört, und es stellt sich (durch Verlegung der neutralen Linien) ein neuer Beharrungzustand her.

Wir nehmen an, dass dieser neue Beharrungszustand eingetreten sei, wenn p_0 in $p_0 + \gamma$ und p_0' in $p_0' + \varrho$ übergegangen sind, und suchen γ und ϱ aus den Gleichungen des Luftwechsels beider Zimmer zu bestimmen.

Digitized by Google

a) Behufs Formirung dieser Gleichungen soll zunächst vorausgesetzt werden, dass die Zwischenwand eine neutrale Linie und das Hauptzimmer die höhere Temperatur habe. Die Veränderungen, welche etwa vorzunehmen sind, wenn diese Voraussetzungen nicht erfüllt sind, sollen später [unter b) und c)] besonders angegeben werden.

Nach Eintritt des Beharrungszustandes liegt die neutrale Linie der Zwischenwand in der Höhe

$$\frac{(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)}{P - P'} H,$$

während an den übrigen vertikalen Wänden des Hauptzimmers der Rest der neutralen Zone in der Höhe

$$\frac{p_0 + \gamma}{P} H,$$

im Nebenzimmer dagegen in der Höhe

$$\frac{p_0' + \varrho}{P'} H$$

liegt. Bezeichnet man mit λ das Lüftungsvermögen der Zwischenwand und setzt der Kürze halber

$$p_2 = P - p_0$$
$$p_2' = P' - p_0',$$

so erhält man für den Luftwechsel des Hauptzimmers die Gleichung

$$l_0 (p_0 + \gamma) + (l_1 - \lambda) \frac{(p_0 + \gamma)^2}{2 P} + \lambda \frac{[(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)]^2}{2 (P - P')}$$

$$= l_2 (p_2 - \gamma) + (l_1 - \lambda) \frac{(p_2 - \gamma)^2}{2 P} + \lambda \frac{[(p_2 - \gamma) - (p_2' - \varrho)]^2}{2 (P - P')} \quad (1$$

in welcher links das erste Glied die durch den Boden (vom Lüftungsvermögen l_0), das zweite die durch den unteren Theil der vertikalen Begrenzung, ausschliesslich der Zwischenwand, das dritte die durch den unteren Theil eben dieser Zwischenwand in das Hauptzimmer eintretende Luft-

Digitized by Google

menge bezeichnet. Die Glieder auf der rechten Seite geben die ausströmende Luftmenge und beziehen sich der Reihe nach auf die Decke, den oberen Theil der freien vertikalen Begrenzung und den oberen Theil der Zwischenwand.

Der stationäre Luftwechsel des Nebenzimmers ist dargestellt durch die Gleichung

$$l_0'(p_0'+\varrho)+(l_1'-\lambda)\frac{(p_0'+\varrho)^2}{2\,P'}+\lambda\frac{[(p_2-\gamma)-(p_2'-\varrho)]^2}{2\,(P-P')}$$

$$=l_2'(p_2'-\varrho)+(l_1'-\lambda)\frac{(p_2'-\varrho)^2}{2\,P'}+\lambda\frac{[(p_0+\gamma)-(p_0'+\varrho)]^2}{2\,(P-P')} \quad (2$$

in welcher die drei Glieder der linken Seite der Ordnung nach die Einströmung durch den Boden, den unteren Theil der freien vertikalen Begrenzung und den oberen Theil der Zwischenwand angeben, während die drei Glieder der rechten Seite die durch die übrige Begrenzung ausströmende Luftmenge ausdrücken. Die dritten Glieder sind mit denen der Gleichung (1 identisch, haben aber die Seiten gewechselt.

Zum Zweck der Auflösung nach γ und ϱ vereinfachen wir die Gleichungen (1 und (2 zunächst durch Zusammenziehen der Glieder, welche gleiche Nenner haben, und erhalten:

$$l_0(p_0+\gamma)+\frac{1}{2}(l_1-\lambda)(p_0-p_2+2\gamma)$$

$$=l_2(p_2-\gamma)-\frac{\lambda}{2}[(p_0-p_2)-(p_0'-p_2')+2(\gamma-\varrho)] \quad (1a$$

$$l_0'(p_0'+\varrho)+\frac{1}{2}(l_1'-\lambda)(p_0'-p'_2+2\varrho)$$

$$=l_2'(p_2'-\varrho)+\frac{\lambda}{2}[(p_0-p_2)-(p_0'-p_2')+2(\gamma-\varrho)] \quad (2a$$

Durch Berücksichtigung der Gleichungen des freien Luftwechsels, nämlich

$$\left\{\begin{array}{l} l_0 p_0 + \frac{1}{2} l_1 (p_0 - p_2) = l_2 p_2 \\ l_0' p_0' + \frac{1}{2} l_1' (p_0' - p_2') = l_2' p_2' \end{array}\right\}.$$

werden die einfachen Formen gewonnen:

$$L\gamma - \lambda\varrho = \frac{\lambda}{2} (p_0' - p_2') \quad \ldots\ldots\ldots (1b$$

$$L'\varrho - \lambda\gamma = \frac{\lambda}{2} (p_0 - p_2) \quad \ldots\ldots\ldots (2b$$

Aus diesen folgt endlich

$$\gamma = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{L'(2 p_0' - P') + \lambda (2 p_0 - P)}{LL' - \lambda^2}$$

$$\varrho = \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{L (2 p_0 - P) + \lambda (2 p_0' - P')}{LL' - \lambda^2}$$

b) Da bei Aufstellung der Gleichungen (1 und (2 die Voraussetzung gemacht wurde, dass die Temperatur des Hauptzimmers höher sei als die des Nebenzimmers ($P > P'$), so scheinen ohne weiteren Nachweis auch die daraus abgeleiteten Werthe von γ und ϱ an jene Voraussetzung gebunden. Es soll gezeigt werden, dass eine solche Beschränkung nicht stattfindet.

Denn ist die Temperatur des Nebenzimmers die höhere, also $P' > P$, so ändern in beiden Gleichungen die dritten Glieder ihre Vorzeichen, und wir wissen zugleich aus Nr. 3., dass die durch die Zwischenwand vor sich gehenden Luftströmungen ihre Richtungen wechseln. Setzt man demnach jedes dritte Glied mit verändertem Vorzeichen auf die andere Seite seiner Gleichung, so erhält man diejenigen Gleichungen des Luftwechsels, welche der Voraussetzung $P' > P$ entsprechen. Letztere sind demnach nur Umformungen der Gleichungen (1 und (2.

c) Es soll nun bewiesen werden, dass die abgeleiteten

Digitized by Google

Werthe von γ und ϱ auch dann richtig sind, wenn der Zwischenwand die neutrale Linie fehlt.

Ist Letzteres der Fall, so ist die Strömung durch die Zwischenwand durchaus einseitig, und es besteht jede der beiden Gleichungen des Luftwechsels nur aus fünf Gliedern. Vier derselben beziehen sich auf freie Begrenzungen und haben die gleiche Form wie die analogen Glieder der Gleichungen (1 und (2, das fünfte stellt die Luftmenge dar, welche durch die Zwischenwand geht, ist in beiden Gleichungen identisch und von der Form

$$\frac{\lambda}{2}\left[(p_0+\gamma')-(p_0'+\varrho')+(p_2'-\varrho')-(p_2-\gamma')\right],$$

welche man erhält, wenn man das Lüftungsvermögen λ mit dem arithmetischen Mittel der unten und oben bestehenden Ueberdrücke multiplizirt. Dabei sind die durch den neuen Beharrungszustand gegebenen Zuwächse von p_0 und p_0' vorläufig mit γ' und ϱ' bezeichnet.

Derselbe Ausdruck wird aber auch erhalten, wenn man die dritten Glieder der Gleichungen (1 und (2 zusammenzieht (Vgl. die letzten Glieder der Umformungen (1a und (2a), und ϱ und γ durch die markirten ϱ' und γ' ersetzt.

Folglich ergeben sich unter der Voraussetzung, dass die neutrale Linie in der Zwischenwand fehlt, Gleichungen, welche lediglich Umformungen der Gleichungen (1 und (2 sind, und somit für die hier angenommenen Veränderungen γ' und ϱ' die für γ und ϱ abgeleiteten Werthe.

5. Will man den Luftwechsel beider Zimmer aus ihren Temperaturen (T, T') der Temperatur (t) der Umgebung und aus den Dimensionen und Durchlässigkeiten berechnen, so hat man zunächst P und P' aus den Formeln

$$P = H\,1{,}293\,\frac{B}{760}\cdot\frac{T-t}{270+T+t}$$

Digitized by Google

$$P' = H\,1{,}293\,\frac{B}{760}\cdot\frac{T'-t}{270+T'+t}$$

herzustellen, wobei H die (gemeinschaftliche) Höhe der Zimmer und B den Barometerstand bezeichnet. Sodann werden die Lüftungsvermögen gefunden, indem man die Flächen der drei Hauptbegrenzungen (Boden, Decke, verticale Wände), sowie der Zwischenwand mit den zugehörigen Durchlässigkeiten multiplizirt. Dann ergibt sich

$$p_0 = P\,\frac{l_2 + \frac{1}{2}\,l_1}{L}$$

$$p_0' = P'\,\frac{l_2' + \frac{1}{2}\,l_1'}{L'}$$

und $p_2 = P - p_0$, $p_2' = P' - p_0'$.

Hierauf erhält man die Werthe von γ und ϱ aus den obigen Formeln.

Nun ist zu untersuchen, ob

$$(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)$$

mit $P - P'$ von gleichem Vorzeichen ist, und ferner, wenn dieses der Fall ist, ob zugleich der absolute Werth von $(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)$ kleiner ist als der von $P - P'$.

Sind beide Bedingungen erfüllt, dann kann jede Seite der Gleichung (1 als Formel für den Luftwechsel des Hauptzimmers und jede Seite der Gleichung (2 als Formel für den Luftwechsel des Nebenzimmers benützt werden; nur hat man, wenn die dritten Glieder negativ ausfallen (weil etwa $T' > T$), dieselben unter Aenderung des Vorzeichens mit einander zu vertauschen. Ist hingegen eine der beiden Bedingungen nicht erfüllt, so ist an die Stelle des dritten Gliedes die Differenz der beiden dritten Glieder und zwar da zu setzen, wo sie positiven Werth erhält.

6. Schliesslich ist noch des extremen Falles zu gedenken, wo durch die Zwischenwand oder einen Theil derselben so viel Luft strömt, dass, um eine aequivalente Gegen-

Digitized by Google

strömung hervorzubringen, alle übrigen Wände des Zimmers sich in einem und demselben Sinn am Luftwechsel betheiligen müssen.

Dieser Fall kündigt sich für das Hauptzimmer dadurch an, dass γ grösser wird als p_2 oder dadurch dass $(-\gamma)$ grösser als p_0, und für das Nebenzimmer dadurch, dass ϱ den Werth p_2' oder $-\varrho$ den Werth p_0' überschreitet.

Zunächst ergibt eine besondere, den bisher zu solchen Zwecken angestellten analoge Betrachtung, dass die Werthe von γ und ϱ ihre Giltigkeit nicht verlieren.

Bei Berechnung des Luftwechsels sind stets diejenigen beiden Glieder, welche sich auf den freien Theil der vertikalen Begrenzung beziehen (also die zweiten Glieder der Gleichungen (1 und (2) in eines zusammenzuziehen und das erhaltene Glied auf diejenige Seite zu setzen, wo es positiv ist. Sodann ist zu unterscheiden, ob die Zwischenwand eine neutrale Linie hat oder nicht. Dieselbe ist bekanntlich vorhanden, wenn $(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)$ mit $P - P'$ von gleichem Vorzeichen und kleiner ist als letztere Differenz. Ist diese Bedingung erfüllt, dann bleiben die dritten, mit λ multiplizirten Glieder der Gleichungen (1 und (2 getrennt, und wenn sämmtliche Glieder, wie es sein muss, so versetzt sind, dass sie positive Werthe erhalten, wird eines dieser dritten Glieder allein auf einer Seite stehen, während auf der anderen Seite die vier anderen Glieder der Gleichung auftreten.

Dieser Fall ist z. B. im Nebenzimmer gegeben, wenn dasselbe abgeschlossen ist und die Temperatur der freien Umgebung hat, während die Temperatur des Hauptzimmers höher ist.

Hat die Zwischenwand keine neutrale Linie, so sind auch die dritten Glieder der Gleichungen (1 und (2 zu einem Glied zu vereinigen und die betreffende Gleichung hat nur noch vier Glieder, von welchen sich eines auf den

Digitized by Google

Fussboden, eines auf die Decke, eines auf die freie vertikale Begrenzung bezieht, während das vierte, welches der Summe der drei vorigen gleich ist, die durch die Zwischenwand strömende Luftmenge darstellt.

Will man in diesem Falle bloss die absolute Grösse des Luftwechsels eines Zimmers, ohne darnach zu fragen, in welchem Masse sich die einzelnen Begrenzungen daran betheiligen, so genügt es offenbar, die Zwischenwand allein in Betracht zu ziehen.

7. Im Allgemeinen darf bemerkt werden, dass der Einfluss, welchen ein Nebenzimmer auf die Grösse des Luftwechsels eines Zimmers hat, um so geringer ist, je kleiner das Lüftungsvermögen (λ) der Zwischenwand im Verhältniss zu den Gesammtlüftungsvermögen (L, L') ist. In sehr vielen Fällen, wo es nur auf die Gesammtgrösse des Luftwechsels ankommt und das Verhalten der Zwischenwand nicht an und für sich interessirt, kann der Einfluss des Nebenzimmers ganz vernachlässigt werden.

Zur Begründung dieser Behauptung und Veranschaulichung des Ganges der Rechnung sollen einige Beispiele, welchen erfahrungsgemässe Voraussetzungen zu Grunde gelegt sind, vollständig durchgerechnet werden.

Beispiele.

1. Von zwei Zimmern, welche, durch eine vertikale Wand von 7 m Länge und 3,6 m Höhe getrennt, neben einander liegen, ist das eine, welches wir das Hauptzimmer nennen wollen, 5 m, das andere, das Nebenzimmer 7,5 m breit.

Die Durchlässigkeit der vertikalen Begrenzungen ist 3,0, die der Decken 6,0; hingegen sind die Durchlässigkeiten der Fussböden verschieden, im Hauptzimmer 15,7, im Nebenzimmer 1,51.

Digitized by Google

Daraus berechnen sich zunächst die Lüftungsvermögen

a) für das Hauptzimmer

Boden	$l_0 = 35 \,.\, 15{,}7$	$=$	549,5
vert. Wände	$l_1 = 24 \,.\, 3{,}6 \,.\, 3$	$=$	259,2
Decke	$l_2 = 35 \,.\, 6$	$=$	210,0
Total	$L = l_0 + l_1 + l_2$	$=$	1018,7

für die Zwischenwand allein

$$\lambda = 7 \,.\, 3{,}6 \,.\, 3 = 75{,}6$$

b) für das Nebenzimmer:

Boden	$l_0' = 52{,}5 \,.\, 1{,}51$	$=$	79,2
vert. Wände	$l_1' = 29 \,.\, 3{,}6 \,.\, 3$	$=$	313,2
Decke	$l_2' = 52{,}5 \,.\, 6$	$=$	315,0
Total	$L' = l_0' + l_1' + l_2'$	$=$	707,4

Ueber die Temperaturen sollen der Reihe nach zwei verschiedene Annahmen gemacht werden; der ersteren gemäss haben beide Zimmer die gleiche Temperatur, welche beträchtlich höher ist, als die Temperatur der Umgebung; die zweite hingegen setzt für das Nebenzimmer die Temperatur der Umgebung voraus.

Erste Annahme. Beide Zimmer haben die gleiche Temperatur von 20° C.; die freie Umgebung hat 0° C., der Barometerstand ist 740 mm.

Dann ist die Gewichtsdifferenz zwischen den inneren und äusseren Luftsäulen von der Basis 1 qm und der Höhe 3,6 m

$$P = P' = 3{,}6 \,.\, 1{,}293 \,\frac{740}{760} \,.\, \frac{20}{290} = 0{,}313 \text{ Kilogr.}$$

Ferner berechnet man die bei freier Umgebung am Boden und an der Decke vorhandenen Ueberdrücke aus den Gleichungen

$$p_0 = P \,\frac{l_2 + \frac{1}{2} l_1}{L} = 0{,}1043 \text{ Kilogr.}$$

$$p_2 = P - p_0 \qquad = 0{,}2087 \text{ Kilogr.}$$

$$p_0' = P' \frac{l_2' + \frac{1}{2} l_1'}{L} = 0{,}2087 \quad ,,$$

$$p_2' = P' - p_0' \qquad = 0{,}1043 \quad ,,$$

Die durch die Combination beider Zimmer bewirkten Veränderungen (γ und ϱ) der freien Ueberdrücke findet man aus den Formeln in Nr. 4. a:

$$\gamma = 37{,}8 \frac{707{,}4\,(0{,}417 - 0{,}313) + 75{,}6\,(0{,}209 - 0{,}313)}{1018{,}7\,.\,707{,}4 - (75{,}6)^2} = 0{,}0035$$

$$\varrho = 37{,}8 \frac{1018{,}7\,(0{,}209 - 0{,}313) + 75{,}6\,(0{,}417 - 0{,}313)}{1018{,}7\,.\,707{,}4 - (75{,}6)^2} = -0{,}0052$$

Schon der geringe Betrag dieser Druckänderungen, der auf der Grenze des manometrisch Nachweisbaren liegt, beweist, dass durch die Combination der beiden Zimmer nur geringe Veränderungen im Luftwechsel derselben eintreten. Jedoch interessirt uns das Verhalten der Zwischenwand, weil es uns belehrt, inwieweit der Bewohner eines Zimmers von der Beschaffenheit der Luft beeinflusst werden kann, die sich in einem anstossenden Zimmer befindet.

Um dieses zu ermitteln, haben wir der in Nro. 5 gegebenen Anleitung gemäss die Differenz

$$(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho) = -0{,}0957$$

mit

$$P - P' = 0$$

zu vergleichen.

Da der erstere Werth numerisch grösser ist als der zweite, so fehlt der Zwischenwand die neutrale Linie, und das negative Vorzeichen sagt aus, dass der durchaus gleich gerichtete Luftstrom, welcher durch die Zwischenwand fliesst, aus dem Hauptzimmer in das Nebenzimmer gerichtet ist.

Was seine Quantität betrifft, so folgt aus den allgemeinen Erwägungen in Nro. 2. a, dass dieselbe durch

$$-\lambda\,[(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)]$$

Digitized by Google

gegeben ist. Dasselbe erhält man auch, wenn man der in Nro. 5 gegebenen Regel gemäss die dritten Glieder der Gleichung des Luftwechsels (des Hauptzimmers) auf der Seite der Ausströmung zusammenzieht. Es ist nämlich

$$\lambda \frac{[(p_2 - \gamma) - (p_2' - \varrho)]^2}{2(P - P')} - \lambda \frac{[(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)]^2}{2(P - P')}$$

$$= \frac{\lambda}{2}\Big[(p_2 - \gamma) - (p_2' - \varrho) - (p_0 + \gamma) + (p_0' + \varrho)\Big]$$

und da

$$p_2 = P - p_0, \quad p_2' = P' - p_0'$$
$$P = P'$$

so folgt

$$\lambda\,[(p_0' + \varrho) - (p_0 + \gamma)]$$

wie oben.

Die Zahlenrechnung gibt 7,2 Kubikmeter pro Stunde, welche durch die Zwischenwand nach dem Nebenzimmer abfliessen, während aus diesem keine Luft in das Hauptzimmer übergeht.

Der Art nach gleich wird der Effekt in der Regel sein, wenn zwei Zimmer von gleicher oder wenig verschiedener Temperatur neben einander liegen, welche bei gleicher Durchlässigkeit der Decken verschiedene Durchlässigkeiten der Fussböden haben: der Strom durch die Zwischenwand ist einseitig und geht in dasjenige der beiden Zimmer hinein, dessen Fussboden die geringere Durchlässigkeit hat.

Um den Gesammtluftwechsel des Hauptzimmers zu finden, haben wir noch die Luftmenge

$$(l_1 - \lambda)\frac{(p_2 - \gamma)^2}{2\,P} = 12{,}3 \text{ Cbm},$$

zu berechnen, welche durch den oberen Theil der übrigen vertikalen Begrenzung abströmt, und endlich die Ausströmung durch die Decke

$$l_2\,(p_2 - \gamma) = 43{,}1 \text{ Cbm};$$

so dass der Luftwechsel des Hauptzimmers, nach der Ausströmung beurtheilt,

$$7,2 + 12,3 + 43,1 = 62,6 \text{ Cbm}$$

beträgt.

Bei allseitig freier Umgebung würde der Luftwechsel dieses Zimmers 61,8 Cbm betragen, also nur um 0,8 Cbm geringer sein.

Auch im Nebenzimmer, dessen Luftwechsel bei freier Umgebung

$$l_0' p_0' + l_1' \frac{p_0'^2}{2 P'} = 38,3 \text{ Cbm}$$

sein würde, wird durch die Combination eine kleine Zunahme erzielt, da sich sein Luftwechsel nunmehr zu

$$l_0'(p_0' + \varrho) + (l_1' - \lambda) \frac{(p_0' + \varrho)^2}{2 P'} + \lambda [(p_0' + \varrho) - (p_0 + \gamma)]$$
$$= 39,0 \text{ Cbm}$$

berechnet. Hievon kommen indessen nur 31,8 Cbm aus dem Freien, die übrigen 7,2 Cbm aus dem Hauptzimmer.

Zweite Annahme. Das Hauptzimmer habe wiederum die Temperatur von 20° C., das Nebenzimmer aber die Temperatur (0° C.) der Umgebung.

Unter diesen Voraussetzungen ist

$$P = 0,3130 \qquad P' = 0$$
$$p_0 = 0,1043 \qquad p_0' = 0$$
$$p_2 = 0,2087 \qquad p_2' = 0$$
$$\gamma = -0,0004$$
$$\varrho = -0,0056$$

Somit ist dieses Mal $(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)$ mit $P - P'$ von gleichem Vorzeichen (+) und kleiner als $P - P'$, und die Zwischenwand hat eine neutrale Linie, welche in der Höhe

$$H \frac{(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)}{P - P'} = 1,26 \text{ m}$$

über dem Fussboden liegt.

Digitized by Google

Ferner ist dadurch, dass

$$- \varrho > p_0',$$

(nach Nro. 6) angezeigt, dass die ganze übrige Begrenzung des Nebenzimmers hinaus lässt, was durch den oberhalb der neutralen Linie liegenden Theil der Zwischenwand aus dem Hauptzimmer zuströmt. Sowohl durch die Decke als durch den Boden als durch die drei an das Freie grenzenden Wände des Nebenzimmers geht Luft unter dem überall gleichen Ueberdrucke von 0,0056 Kilogr. pro Quadratmeter hinaus. Unterhalb der neutralen Linie strömt Luft durch die Zwischenwand aus dem Nebenzimmer in das Hauptzimmer.

Der Luftwechsel des Nebenzimmers lässt sich entweder nach der Grösse der Einströmung bemessen und ist dann durch den Ausdruck

$$\lambda \, . \, \frac{[(p_2 - \gamma) - (p_2' - \varrho)]^2}{2\,(P - P')}$$

gegeben, der den Werth 5,0 Cbm erhält, oder nach der Ausströmung, wobei dann der in das Hauptzimmer abströmende Theil aus

$$\lambda \, . \, \frac{[(p_0 + \gamma) - (p_0' + \varrho)]^2}{2\,(P - P')} = \underline{1{,}45} \text{ Cbm}$$

und das Uebrige, was in das Freie ausströmt, aus

$$- \varrho\,(L' - \lambda) = 3{,}54 \text{ Cbm}$$

gefunden wird.

Der Luftwechsel des Hauptzimmers, nach der Einströmung bemessen, setzt sich zusammen aus

1) der Einströmung durch den Boden

$$l_0\,(p_0 + \gamma) = 57{,}1 \text{ Cbm}$$

2) der Einströmung durch den unteren Theil der Zwischenwand, obige 1,45 Cbm,

Digitized by Google

3) der Einströmung durch die übrige vertikale Begrenzung

$$(l_1 - \lambda) \frac{(p_0 + \gamma)^2}{2 P} = 3{,}2 \text{ Cbm}$$

und beträgt demnach im Ganzen

$$57{,}1 + 1{,}4 + 3{,}2 = 61{,}7 \text{ Cbm.}$$

Vergleicht man die drei unter verschiedenen Umständen für den Luftwechsel des Hauptzimmers gefundenen Zahlen:

61,8 Cbm bei allseitig freier Umgebung,
62,6 „ wenn das Nebenzimmmer 20° warm ist,
61,7 „ „ „ „ abgeschlossen ist und die Temperatur (0°) der Umgebung hat,

so sieht man, dass der Einfluss des Nebenzimmers auf die Quantität des Luftwechsels im Hauptzimmer in der That sehr gering ist.

2. In dem so eben durchgerechneten Beispiel sind die Durchlässigkeiten der beiden Fussböden sowohl unter einander als auch den Decken gegenüber sehr verschieden angenommen. Es sollen zum Vergleiche noch diejenigen Resultate angegeben werden, zu welchen man kommt, wenn die Durchlässigkeiten der Fussböden sowohl unter sich als mit dem der Decken gleich gesetzt werden, während alle übrigen Werthe so bleiben wie sie im ersten Beispiele vorausgesetzt waren.

Die Lüftungsvermögen werden dann:

a) im Hauptzimmer:

Boden	210
vert. Wände	259,2
Decke	210
Total	679,2

Zwischenwand 75,6

b) im Nebenzimmer:

Boden	315
vert. Wände	313,2
Decke	315
Total	943,2

Erste Annahme. Beide Zimmer haben die gleiche Temperatur von 20° C., die freie Umgebung hat 0° C. Dann ist

$$P = P' = 0,3126$$
$$p_0 = p_2 = p_0' = p_2' = 0,1563,$$

und die neutrale Zone liegt somit bei beiden Zimmern in der Mitte der Höhe.

Ferner wird $\gamma = 0, \; \varrho = 0.$

Folglich findet durch die Zwischenwand hindurch keine Luftströmung statt, und der Luftwechsel jedes Zimmers ist geringer als bei freier Umgebung um diejenige Luftmenge, welche durch die Hälfte der Zwischenwand gehen würde.

Diese Luftmenge ist

$$\frac{\lambda}{2} \cdot \frac{p_0}{2} = 2,95 \text{ Cbm.}$$

Zweite Annahme. Das Hauptzimmer habe die Temperatur 20° C., das Nebenzimmer die Temperatur 0° C. der Umgebung. Dann ist

$$P = 0,3126$$
$$p_0 = p_2 = 0,1563$$
$$P' = p_0' = p_2' = 0$$

und wiederum

$$\gamma = 0, \; \varrho = 0$$

Der Luftwechsel des Nebenzimmers ist auf die Luftmenge beschränkt, welche durch die untere Hälfte der Zwischenwand nach dem Hauptzimmer abfliesst, und, wie vorhin berechnet,

2,95 Cbm

beträgt. Eine gleich grosse Luftmenge kehrt durch den oberen Theil der Zwischenwand nach dem Nebenzimmer zurück, so dass dieses Zimmer aus dem Freien keine Luft aufnimmt.

Der Luftwechsel des Hauptzimmers ist ebenso gross wie bei allseitig freier Umgebung (61,8 Cbm).

Man kann demnach den letzten Fall kurz dahin charaktersiren, dass, so lange die vorausgesetzte Temperatur der Umgebung im Nebenzimmer besteht, dieses von dem wärmeren Hauptzimmer aus mit Luft ausgespült wird. Thatsächlich wird dieses Ausspülen bald zu einer Erwärmung des Nebenzimmers führen, wodurch dann demselben ein selbständiger Luftwechsel verschafft und der Process des Ausspülens modifizirt wird.

Digitized by Google

Vierte Abhandlung.

Ueber den Luftwechsel, der bei Windstille in einer beliebigen Combination von Gemächern stattfindet, welche von einander und von der freien Luft durch poröse Wände geschieden sind.

Es soll die Aufgabe gelöst werden:

> Aus den gegebenen Dimensionen, Durchlässigkeiten und Temperaturen die Menge und Richtung der Luft zu berechnen, welche durch jede einzelne Wand der Combination hindurchgeht, nachdem das ganze System der Wände in einen Beharrungszustand eingetreten ist.

I.

1. Die Menge (dw) der Luft, welche in einer Stunde durch das Flächenelement (df) der Wand geht, wird gefunden, wenn man das Produkt aus der Grösse des Elementes in seine Durchlässigkeit (k) (also das Lüftungsvermögen des Flächenelementes) mit dem Ueberdruck (q) multiplizirt, welchen die auf der einen Seite des Elementes befindliche Luft über die auf der anderen Seite angrenzende besitzt, oder es ist

$$dw = qkdf.$$

Da k, welches constant oder eine Function der Lage des Flächenelementes sein kann, als bekannt vorausgesetzt wird, so ist zur Lösung der gestellten Aufgabe noch er-

Digitized by Google

forderlich, q als Function der Lage des Elementes df auszudrücken, d. h. die Grösse und Richtung des einseitigen Ueberdrucks zu ermitteln, welcher an jedem Flächenelement der gegebenen Combination von Gemächern besteht und Luft durch das Element hindurchtreibt.

Was zunächst die Richtung dieser Ueberdrücke betrifft, so scheint es zweckmässig, den schon in der dritten Abhandlung eingenommenen Standpunkt zu verallgemeinern und bei Aufstellung der Gleichung des Luftwechsels eines Gemachs, sowie bei Bildung der Formeln des Luftwechsels die Vorzeichen so zu handhaben, dass alle in das gerade betrachtete Gemach hinein gerichteten Ueberdrücke positiv, die aus demselben Gemach hinaus gerichteten aber negativ werden.

Demgemäss wird eine Luftmenge, welche aus einem Gemach in ein anderes übergeht, von dem ersteren aus betrachtet negativ, von dem zweiten aus positiv erscheinen.

Die Gleichung des Luftwechsels eines Gemachs wird dadurch gebildet werden, dass man jeden Ueberdruck als Differenz schreibt, deren Minuend der in das betreffende Gemach hinein gerichtete Druck ist, diese Differenz mit dem Lüftungsvermögen des Flächenelementes multiplizirt, an welchem jener Ueberdruck besteht, und die Summe aller dieser Produkte gleich Null setzt.

Hingegen hat man, um die Grösse des Luftwechsels des Gemachs zu berechnen, aus der zuletzt genannten Summe nur diejenigen Glieder auszuwählen, welche ein und dasselbe Vorzeichen haben. Die Summe der positiven Glieder stellt die Einströmung der, die (dem absoluten Werth nach gleiche) Summe der negativen Glieder die Ausströmung.

2. Zur Darlegung dieser übersichtlicheren Methode soll zunächst der Luftwechsel eines von freier Luft umgebenen Gemachs beispielsweise behandelt werden.

Es befinde sich das Gemach, dem die Ordnungszahl r

Digitized by Google

zukommen mag, in freier Umgebung von der Temperatur t. Seine eigene Temperatur sei T_r, seine Höhe H_r, der Barometerstand B, so ist der Unterschied (P_r) zwischen dem Gewichte zweier Luftsäulen von der Basis 1 und von der Höhe H_r, deren eine (Minuend) die Temperatur t, die andere die Temperatur T_r hat:

$$P_r = H_r \; 1{,}293 \; \frac{B}{760} \cdot \frac{T_r - t}{270 + T_r + t}.$$

Ist l_{ru} das Lüftungsvermögen des Bodens, l_{ro} das Lüftungsvermögen der Decke, l_r das Lüftungsvermögen der vertikalen Begrenzung so ist

$$L_r = l_{ru} + l_r + l_{ro}$$

das gesammte Lüftungsvermögen des Gemaches (r).

Der Ueberdruck, mit welchem die äussere Luft durch den Boden (von unten nach oben) und zugleich durch den untersten elementaren Streifen der vertikalen Begrenzung (in horizontaler Richtung) nach innen drängt, sei mit p_r bezeichnet, dann ist unter der Voraussetzung gleichmässiger Temperaturvertheilung für den in der Höhe z über dem Boden des Gemachs wirksamen Ueberbruck (q) allgemein zu setzen

$$q = p_r - \frac{z}{H_r} \; P_r,$$

wodurch diejenigen Ueberdrücke, welche Luft aus dem Zimmer hinaustreiben, negative Werthe erhalten. Insbesondere ergibt sich für den Ueberdruck durch den obersten elementaren Streifen der vertikalen Begrenzung sowie durch die Decke (wo $z = H_r$) der Werth

$$p_r - P_r.$$

Somit ist die stündlich **durch die Decke** strömende Luftmenge

$$l_{ro} \; (p_r - P_r)$$

und die **durch den Boden** strömende

$$l_{ru} \; p_r.$$

Bezeichnet man mit u den Umfang des Gemachs, mit dz die Breite der in der Höhe z liegenden elementaren Zone und mit k deren Durchlässigkeit, so ist

$$kudz\,(p_r - \frac{z}{H_r}\,P_r)$$

die Luftmenge, welche in der Stunde durch die Zone strömt. Je nachdem der Werth dieses Ausdrucks positiv oder negativ ausfällt, stellt derselbe eine einströmende oder eine ausströmende Luftmenge dar. Setzt man ihn gleich Null, so erhält man einen Werth (h_r) von z, welcher angibt, wie hoch die neutrale Zone über dem Boden des Gemachs liegt, nämlich

$$h_r = \frac{p_r}{P_r}\,H_r.$$

3. Bildet man nun die Gleichung des Luftwechsels nach dem Princip, dass die in dem Gemach vorhandene Luftmenge durch den Luftwechsel weder zu- noch abnimmt, so erhält man

$$l_{ru}\,p_r + l_{ro}\,(p_r - P_r) + \int_0^{H_r} kudz\,(p_r - \frac{z}{H_r}\,P_r) = 0\,,$$

womit ausgedrückt ist, dass die Summe der in den drei Gliedern enthaltenen positiven (einströmenden) Luftmengen der Summe der negativen (ausströmenden) gleich kommt.

Führt man die Integration aus unter der Voraussetzung, dass die Durchlässigkeit k von der Höhe z unabhängig ist, so kommt man auf die Gleichung

$$p_r\,L_r = P_r\,(l_{ro} + \frac{1}{2}\,l_r)$$

welche zur Berechnung von p_r dient.

4. Bei Berechnung der Grösse des Luftwechsels hat man das Integral in der Höhe $z = h_r$ abzutheilen. Was unterhalb liegt ist mit $l_{ru}\,p_r$, was oberhalb liegt, mit

Digitized by Google

l_{ro} $(p_r - P_r)$ von gleichem Vorzeichen. Man erhält dann für den Luftwechsel die beiden aequivalenten Ausdrücke

$$l_{ru}\, p_r + \int_0^{b_r} kudz\, (p_r - \frac{z}{H_r} P_r)$$

und

$$l_{ro}\, (p_r - P_r) + \int_{br}^{Hr} kudz\, (p_r - \frac{z}{H_r} P_r),$$

von welchen derjenige, welcher positiv ausfällt, die einströmende, der negative die ausströmende Luftmenge darstellt. Offenbar besteht der erstere der beiden Ausdrücke dann aus lauter positiven Gliedern, wenn P_r positiv, d. h. die Temperatur des Gemachs höher ist als die der Umgebung. Ist hingegen $t > T_r$, dann ist P_r negativ und die Einströmung durch den zweiten Ausdruck gegeben.

Ist k von z unabhängig, so erhält man durch Ausführung der Integration die Ausdrücke

$$l_{ru}\, p_r + \frac{1}{2}\, l_r\, \frac{p_r^2}{P_r}$$

und

$$l_{ro}\, (p_r - P_r) - \frac{1}{2}\, l_r\, \frac{(p_r - P_r)^2}{P_r}$$

deren jeder für sich die Grösse des Luftwechsels darstellt.

II.

1. Wir wenden uns nun zu einem allgemeineren Fall und nehmen an, das Gemach, welchem die Ordnungszahl (r) zukommt, grenze mit dem Boden an das Gemach (u), mit der Decke an das Gemach (o), mit den vier vertikalen Wänden an die vier Gemächer (1), (2), (3), (4). Von diesen vier Nebenzimmern soll angenommen werden, dass

sie mit dem Gemach (r) im gleichen Stockwerk liegen, also mit ihm zwischen denselben horizontalen Ebenen eingeschlossen sind.

Das Lüftungsvermögen des Bodens soll mit l_{ru}, das der Decke mit l_{ro}, die Lüftungsvermögen der einzelnen vertikalen Wände mit l_{r_1}, l_{r_2}, l_{r_3}, l_{r_4} bezeichnet und $l_{r_1} + l_{r_2} + l_{r_3} + l_{r_4} = l_r$ gesetzt werden, während unter L_r die Summe $l_{ru} + l_{ro} + l_r$ verstanden ist. Ausserdem werden noch die Höhen H_r, H_u, H_o der Zimmer, ihre Temperaturen T_r, T_u, T_o, T_1, T_2, T_3, T_4, sowie die Temperatur t der Umgebung als bekannt vorausgesetzt.

Es soll eine allgemeine Methode angegeben werden, aus diesen Elementen und den analogen, welche sich auf die übrigen Gemächer der Combination beziehen, den Luftwechsel des r^{ten} Gemachs so zu berechnen, dass klar wird, in welcher Menge und Richtung die Luft durch jede einzelne Wand des Umschlusses geht.

2. Zunächst sind die Gewichtsdifferenzen

$$P_r,\ P_u,\ P_o,\ P_1,\ P_2,\ P_3,\ P_4$$

aus Formeln zu berechnen, wie

$$P = H\ 1{,}293\ \frac{B}{760}\ \frac{T - t}{270 + T + t}\ \ \ldots\ldots\ (1,$$

in welche successive die zusammengehörigen Werthe von H und T eingesetzt werden.

Ferner findet man die Ueberdrücke

$$p_r,\ p_u,\ p_o,\ p_1,\ p_2,\ p_3,\ p_4,$$

welche an den Fussböden der einzelnen Gemächer die äussere Luft über die innere dann besitzen würde, wenn das Gemach nur von freier Luft (von der Temperatur t) umgeben wäre, aus Gleichungen wie

$$p_r = P_r\ \frac{l_{ro} + \frac{1}{2}\, l_r}{L_r}\ \ \ldots\ldots\ldots\ (2.$$

Damit ist die Voraussetzung eingeführt, dass längs der

Digitized by Google

Höhe jedes Gemachs die Temperatur und die Durchlässigkeit constant sind.

3. Der Einfluss der Combination soll dadurch ausgedrückt werden, dass man den freien Ueberdrücken

$$p_r, \; p_u \; \cdot \; \cdot \; \cdot \; \cdot$$

gewisse Zuwächse

$$\gamma_r, \; \gamma_u, \; \gamma_o, \; \gamma_1, \; \gamma_2, \; \gamma_3, \; \gamma_4 \; \cdot \; \cdot \; \cdot \; \cdot$$

beilegt, welche den einzelnen Gemächern eigenthümlich sind, so dass zu jedem Gemach ein solcher Zuwachs von bestimmter Grösse und bestimmtem Vorzeichen gehört, der im Allgemeinen nur dann Null wird, wenn das Gemach aufhört abgeschlossen zu sein, so dass die in ihm enthaltene Luft als frei gelten kann.

Es sind demnach

$$p_r + \gamma_r, \; p_u + \gamma_u, \; p_o + \gamma_o, \; p_1 + \gamma_1 \; \cdot \; \cdot \; \cdot \; \cdot$$

die Ueberdrücke, welche während eines constanten Luftwechsels der Combination die äussere freie Luft am Fussboden der einzelnen Gemächer über die innere besitzt.

In der Höhe z über dem Boden ist der Ueberdruck der äusseren freien Luft über die innere

$$p_r + \gamma_r - \frac{z}{H_r} P_r \; . \; . \; . \; (F_r$$

$$p_u + \gamma_u - \frac{z}{H_u} P_u \; . \; . \; . \; (F_u$$

$$p_o + \gamma_o - \frac{z}{H_o} P_o \; . \; . \; . \; (F_o$$

$$p_1 + \gamma_1 - \frac{z}{H_r} P_1 \; . \; . \; . \; (F_1$$

$$p_2 + \gamma_2 - \frac{z}{H_r} P_2 \; . \; . \; . \; (F_2$$

$$p_3 + \gamma_3 - \frac{z}{H_r} P_3 \; . \; . \; . \; (F_3$$

$$p_4 + \gamma_4 - \frac{z}{H_r} P_4 \; . \; . \; . \; (F_4$$

. . . .

sie
mi
sch

der
verti
l_{r_1} +
L_r di
werden
Tempe
peratur

Es
aus diese
die übrig
wechsel
in welche
zelne Wa

2. Zu

aus Formeln

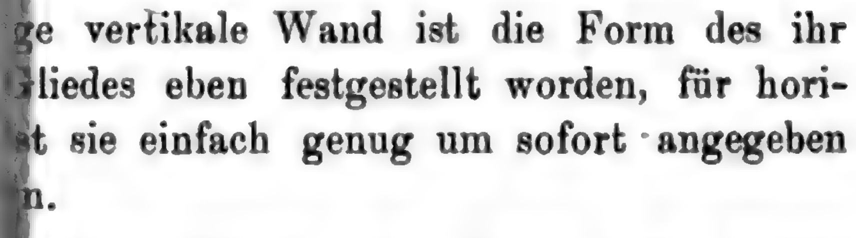
I

in welche suc
und T eingeset

Ferner find

welche an den
äussere Luft über
das Gemach nur
umgeben wäre, a

Damit ist d


ge vertikale Wand ist die Form des ihr
liedes eben festgestellt worden, für hori-
t sie einfach genug um sofort angegeben
n.

eines Hauses ohne Keller z. B. strömt
vom Lüftungsvermögen l_m die Luftmenge

$$l_{sm} (p_s + \gamma_s).$$

ein Keller (m) unter der Hausflur so wird
menge

$$p_s + \gamma_s - (p_m + \gamma_m - P_m)].$$

ecke des Stiegenhauses vom Lüftungsver-
aus einem luftigen Speicher (a) ein

$$l_{sa} (p_s + \gamma_s - P_s).$$

r Speicher als geschlossener Raum anzu-
ie Luftmenge

$$(p_s + \gamma_s - P_s) - (p_a + \gamma_a)].$$

ch z. B. zu ebener Erde ein gegen das
ener Gang (Corridor) über welchem im
n geschlossener Gang liegt, so bildet die
n Corridors, der ganz als Theil des Stiegen-
n ist, eine horizontale Wand des Stiegen-
Luft drückt durch diese Wand aus dem
(c) in den unteren mit der Kraft:

$$+ \gamma_s - \frac{H_u}{H_s} P_s\Big) - (p_c + \gamma_c)$$

das entsprechende Glied der Gleichung zu
t dem Lüftungsvermögen der horizontalen
liziren hat.

Weise liefert das Stiegenhaus eine in Bezug
nten (γ) ebenfalls lineare Gleichung, welche

Von diesen Ueberdrücken ist jeder, wenn er positiv ist, in dasjenige Gemach hinein gerichtet, dessen Ordnungszahl dem zugehörigen γ angehängt ist. Die negativen Ueberdrücke sind aus demselben Gemach hinaus gerichtet.

4. Um die Gleichung des Luftwechsels für das Gemach (r) herzustellen, hat man die resultirenden Ueberdrücke (q) nöthig, welche die in den umgebenden Gemächern befindliche Luft an jeder Stelle des Umschlusses über die ihr gegenüber im Gemach (r) befindliche Luft besitzt.

Diese resultirenden Ueberdrücke werden als Differenzen der freien Ueberdrücke erhalten, wobei jedesmal der auf das Gemach (r) bezügliche freie Ueberdruck den Minuenden zu bilden hat.

So findet man den resultirenden Ueberdruck (q_{ru}), welcher Luft durch den Boden des Gemachs (r) treibt, wenn man in F_r setzt $z = 0$
und in F_u „ $z = H_u$
und den zweiten der erhaltenen Werthe vom ersten subtrahirt. Oder es ist

$$q_{ru} = [F_r]_{z=0} - [F_u]_{z=H_u} = p_r + \gamma_r - (p_u + \gamma_u - P_u).$$

Der resultirende Ueberdruck (q_{ro}), welcher die Luft durch die Decke des Gemachs (r) treibt, wird erhalten, wenn

man in F_r setzt $z = H_r$,
in F_o „ $z = 0$,

und wiederum den zweiten Werth von dem ersten subtrahirt. Somit wird

$$q_{ro} = [F_r]_{z=H_r} - [F_o]_{z=0} = p_r + \gamma_r - P_r - (p_o + \gamma_o).$$

Für den resultirenden Ueberdruck, welcher in der Höhe z über dem Boden des Gemaches r besteht, erhält man vier verschiedene Werthe, weil die in der Höhe z be-

Digitized by Google

stehenden freien Ueberdrücke in den vier Nebenzimmern verschieden gross sind.

Diese vier Werthe werden erhalten, indem man der Reihe der F_1, F_2, F_3, F_4 von F_r subtrahirt, und es wird

$$q_{r_1} = (p_r + \gamma_r) - (p_1 + \gamma_1) - \frac{z}{H_r}(P_r - P_1)$$

$$q_{r_2} = (p_r + \gamma_r) - (p_2 + \gamma_2) - \frac{z}{H_r}(P_r - P_2)$$

$$q_{r_3} = (p_r + \gamma_r) - (p_3 + \gamma_3) - \frac{z}{H_r}(P_r - P_3)$$

$$q_{r_4} = (p_r + \gamma_r) - (p_4 + \gamma_4) - \frac{z}{H_r}(P_r - P_4)$$

5. Da wir beabsichtigen, die Gleichung des Luftwechsels so zu bilden, dass die algebraische Summe aller in der Stunde durch die Begrenzung des Gemachs hindurch gehenden Luftmengen, oder, was dasselbe ist, der Ueberschuss der eintretenden Luft über die in derselben Zeit austretende gleich Null gesetzt wird, so darf die in der Stunde durch die Wand (r1) strömende Luftmenge zusammengefasst werden in den Ausdruck

$$\int_0^{Hr} q_{r_1}\, k_1\, a_1\, dz$$

wobei k_1 die Durchlässigkeit, a_1 die Länge der Wand bezeichnet.

Werden die durch die übrigen drei vertikalen Wände strömenden Luftmengen in analoger Weise dargestellt, so erhält man für den Luftwechsel des Gemachs (r) die Gleichung

$$l_{ru}\, q_{ru} + l_{ro}\, q_{ro} + \int_0^{H_r} dz\, (q_{r_1} k_1 a_1 + q_{r_2} k_2 a_2 + q_{r_3} k_3 a_3 + q_{r_4} k_4 a_4) = 0$$

6. Nun ist aber

In eben diesem Hause ist demnach

$$p_s + \gamma_s - \frac{H_u + d_{ur} + H_r}{H_s} P_s$$

der Ueberdruck, der im Niveau der Decke des ersten Stockwerks die äussere freie Luft über die im Stiegenhaus befindliche besitzt.

Man bildet nun für jede selbständige vertikale Wand, welche an das Stiegenhaus oder einen mit dem Stiegenhaus in Verbindung stehenden offenen Gang (Corridor) grenzt, die beiden oben mit μ_0 und μ_2 bezeichneten resultirenden Ueberdrücke, welche an der untersten und obersten Stelle Wand bestehen, und wie gezeigt, für den Luftwechsel der Wand massgebend sind.

Grenzt z. B. eine der vertikalen Wände des Zimmers (r), welches im ersten Stockwerk liegt, an das Stiegenhaus, so ist für diese Wand

$$\mu_0 = \left[p_s + \gamma_s - \frac{H_u + d_{ur}}{H_s} P_s\right] - (p_r + \gamma_r)$$

$$\mu_2 = \left[p_s + \gamma_s - \frac{H_u + d_{ur} + H_r}{H_s} P_s\right] - [p_r + \gamma_r - P_r],$$

und es tritt für diese Wand in die Gleichung des Luftwechsels des Stiegenhauses das Glied

$$l_{rs} \frac{\mu_0 + \mu_2}{2}$$

ein, wobei mit l_{rs} das Lüftungsvermögen der Grenzwand zwischen dem Zimmer (r) und dem Stiegenhaus (s) bezeichnet ist.

4. Somit bietet die Aufstellung der Gleichung keine Schwierigkeit: die gleich Null zu setzende algebraische Summe von Luftmengen besteht aus so vielen Gliedern als selbständige Wände zur Begrenzung des Stiegenhauses dienen.

Digitized by Google

Für eine beliebige vertikale Wand ist die Form des ihr entsprechenden Gliedes eben festgestellt worden, für horizontale Wände ist sie einfach genug um sofort angegeben werden zu können.

In die Flur eines Hauses ohne Keller z. B. strömt durch den Boden vom Lüftungsvermögen l_m die Luftmenge

$$l_{sm}\,(p_s + \gamma_s).$$

Ist hingegen ein Keller (m) unter der Hausflur so wird die analoge Luftmenge

$$l_{sm}\,[\,p_s + \gamma_s - (p_m + \gamma_m - P_m)\,].$$

Durch die Decke des Stiegenhauses vom Lüftungsvermögen l_{sa} strömt aus einem luftigen Speicher (a) ein

$$l_{sa}\,(p_s + \gamma_s - P_s).$$

Ist aber der Speicher als geschlossener Raum anzusehen, so wird die Luftmenge

$$l_{sa}\,[\,(p_s + \gamma_s - P_s) - (p_a + \gamma_a)\,].$$

Befindet sich z. B. zu ebener Erde ein gegen das Stiegenhaus offener Gang (Corridor) über welchem im ersten Stock ein geschlossener Gang liegt, so bildet die Decke des unteren Corridors, der ganz als Theil des Stiegenhauses anzusehen ist, eine horizontale Wand des Stiegenhauses, und die Luft drückt durch diese Wand aus dem oberen Corridor (c) in den unteren mit der Kraft:

$$\left(p_s + \gamma_s - \frac{H_u}{H_s}\,P_s\right) - (p_c + \gamma_c)$$

welche man, um das entsprechende Glied der Gleichung zu bilden, noch mit dem Lüftungsvermögen der horizontalen Wand zu multipliziren hat.

Auf diese Weise liefert das Stiegenhaus eine in Bezug auf die Unbekannten (γ) ebenfalls lineare Gleichung, welche

Digitized by Google

nur insofern etwas Ausnahmsweises bietet, als sie nicht sofort nach der in II,6 gegebenen Schablone hergestellt werden kann.

5. Will man den Luftwechsel des Stiegenhauses berechnen, was natürlich nur dann möglich ist, wenn durch Auflösung des Systems der linearen Gleichungen, die Werthe der γ wenigstens für das Stiegenhaus selbst und diejenigen Räume gefunden sind, welche an das Stiegenhaus grenzen, so hat man wieder die positiven oder die negativen Glieder der auf Null gebrachten Gleichung besonders zusammenzufassen.

Bei diesem Geschäfte machen die horizontalen Wände keinerlei Schwierigkeiten, weil das Vorzeichen der sie durchdringenden Luftmengen sofort zu Tage tritt; bei den ververtikalen hiegegen gibt das oben eingesetzte Glied

$$l_{rs} \frac{\mu_0 + \mu_2}{2}$$

nur dann einen Bestandtheil des Luftwechsels, wenn μ_0 und μ_2 von gleichem Vorzeichen sind. Haben diese Kräfte verschiedene Vorzeichen, so ist das angeschriebene Glied aufzulösen in die beiden

$$\frac{1}{2} l_{rs} \frac{\mu_0^2}{\mu_0 - \mu_2} \text{ und } -\frac{1}{2} l_{rs} \frac{\mu_2^2}{\mu_0 - \mu_2},$$

deren verschiedene Vorzeichen entgegengesetzt strömende Luftmengen andeuten.

6. Die vorstehende Lösung der gestellten Aufgabe ist an folgende Bedingungen gebunden:

1) das Gebäude befindet sich in windstiller Luft.

2) Die einzelnen Gemächer desselben stehen nur mittelst capillarer Canäle unter sich und mit der freien Luft in Verbindung. Dabei gilt ein Canal solange für capillar, als die Menge der durch ihn strömenden Luft dem die Strömung veranlassenden Ueberdrucke einfach proportional ist.

Digitized by Google

3) Die Temperatur ist in jedem Gemach gleichmässig über die Höhe vertheilt und so lange constant, bis sich ein stationärer, d. h. keine Ursache der Veränderung mehr in sich tragender Zustand (Luftwechsel) ausgebildet hat.

IV.

Versuche.

1. In dem Bestreben einen experimentellen Beleg für die Genauigkeit zu erhalten, mit welcher bei einer Combination von geschlossenen Gemächern die wirklich stattfindende Druckvertheilung mit der berechneten übereinstimmt, habe ich am 11. Dezember 1878 Abends in dem früher[1]) beschriebenen Zimmer eine Reihe von Druck- und Temperaturmessungen ausgeführt, deren Resultate hier mitgetheilt werden sollen.

Das Zimmer liegt im Erdgeschoss, nach Süden und Westen frei, grenzt im Norden an ein etwas grösseres unheizbares Zimmer, im Osten an die Hausflur, über welcher sich ein 11,6 Meter hohes Stiegenhaus erhebt. Die Hausthüre war geschlossen. Die Luft der freien Umgebung war vollkommen windstill, ihre Temperatur $-8{,}6^0$ Cels., ihr Druck 732^{mm}.

Zum Zweck der Druckmessungen waren im Ganzen 7 eiserne Röhrchen angebracht, welche aus dem Versuchszimmer nach aussen führten, zwei auf der Westseite $0{,}12^m$ und $2{,}40^m$ über dem Boden, zwei in der Thüre, welche in das nördlich angrenzende Nebenzimmer führt $0{,}12^m$ und $1{,}92^m$ über dem Boden, zwei auf der Ostseite in der Thüre welche auf die Hausflur führt, in gleicher Höhe wie auf der Nordseite, das siebente endlich war in 4^m Höhe durch die Zimmerdeke gesteckt und führte nach einem gut geheizten Zimmer.

1) Anhang zur 2. Abhandlung. Sitzungsbericht vom 6. Juli 1878 S. 493.

An jedes dieser 7 Röhrchen wurde nach und nach der Schlauch angesetzt, welcher zum inneren Niveau des Differenzialmanometers führte. Zugleich waren vier Thermometer, im Zimmer im Freien, im Nebenzimmer und im Stiegenhaus so aufgehangen, dass sie vermuthlich die mittleren Temperaturen angaben.

Während der Messungen war das Zugloch des Ofens geschlossen, Schlüssellöcher, etwaige Ritzen und Fugen, sowie die einige Millimeter weiten Röhrchen sind unbeachtet geblieben.

2. Es sollen nun die sämmtlichen Ablesungen in der Reihenfolge aufgeführt werden, in der sie gemacht wurden. Die Temperaturen sind von den Fehlern der Thermometer befreit.

Temperatur des Versuchszimmers . . . 17,9° C.

Nullpunkt des Manometers 78,8

Ablesung am Manometer, wenn der Schlauch angesteckt war

Auf der Westseite

0,12^{m} über dem Boden 86,5

2,40^{m} „ „ „ 80,6

Auf der Ostseite

0,12^{m} über dem Boden 73,0

1,92^{m} „ „ „ 70,5

Auf der Nordseite

0,12^{m} über dem Boden 81,05

1,92^{m} „ „ „ 79,3

An der Zimmerdecke 66,5

Auf der Westseite (Controle)

0,12^{m} über dem Boden 86,4

Nullpunkt des Manometers 78,7

Digitized by Google

Temperatur des Versuchszimmers . . 17,9°
" des Nebenzimmers . . . 6,5
" des Stiegenhauses . . . 7,0
" im Freien . . . . — 8,6

Der Reductionsfaktor des Manometers auf vertikale Millimeter Wasser war

0,044.

Mit Hilfe desselben erhält man folgende

Zusammenstellung der beobachteten Ueberdrücke
(Kilogramm pro Quadratmeter)

Nro der Ablesung	Himmels Gegend	Höhe über dem Boden	Beobachtete Manometr. Differenz	Ueberdruck in Klgr pro qm
		Meter		
3	West	0,12	+ 7,7	0,339
4	West	2,40	+ 1,8	0,079
5	Ost	0,12	— 5,8	— 0,255
6	Ost	1,92	— $8{,}2_5$	— 0,363
7	Nord	0,12	+ 2,3	+ 0,101
8	Nord	1,92	∓ 0,6	0,026
9	—	4,00	— 12,2	— 0,537
10	West	0,12	+ 7,7	0,339

3. Diese Beobachtungen kann man, ohne die Durchlässigkeiten zu kennen, in folgender Weise zur Prüfung der Uebereinstimmung zwischen der theoretischen und wirklichen Druckvertheilung verwenden.

Da die Höhen und Temperaturen bekannt sind, lassen sich für die drei Gemächer:

Hauptzimmer (r), Nebenzimmer (n) und Stiegenhaus (s) die P, d. h. die Gewichtsdifferenzen zwischen den in ihnen enthaltenen und den gleich hohen äusseren Luftsäulen von der Basis 1 berechnen, und man findet

$$P_r = 3{,}6 \cdot 1{,}293 \, \frac{732}{760} \cdot \frac{26{,}5}{279{,}3} = 0{,}425,$$

$$P_n = 3{,}6 \cdot 1{,}293 \, \frac{732}{760} \cdot \frac{15{,}1}{267{,}9} = 0{,}253,$$

$$P_s = 11{,}6 \cdot 1{,}293 \, \frac{732}{760} \cdot \frac{15{,}6}{268{,}4} = 0{,}840.$$

In der Höhe z über dem gemeinschaftlichen Fussboden ist in denselben Gemächern der Ueberdruck der äusseren freien Luft über die innere gegeben durch die Ausdrücke:

$$F_r = p_r + \gamma_r - \frac{z}{3{,}6} \, 0{,}425$$

$$F_n = p_n + \gamma_n - \frac{z}{3{,}6} \, 0{,}253$$

$$F_s = p_s + \gamma_s - \frac{z}{11{,}6} \, 0{,}840$$

a) Von diesen Ueberdrücken ist der erste auf der Westseite in zwei Höhen beobachtet worden. Hat man $p_r + \gamma_r$ aus der nahe am Boden gemachten Beobachtung Nro. 3 vermittelst der Gleichung

$$0{,}339 = p_r + \gamma_r - \frac{0{,}12}{3{,}6} \, 0{,}425$$

abgeleitet, woraus

$$p_r + \gamma_r = 0{,}353$$

folgt, so kann man nun den Ueberdruck in jeder anderen Höhe berechnen und findet für

$$z = 2{,}40$$

den Ueberdruck $0{,}353 - \frac{2{,}4}{3{,}6} \, 0{,}425 = \underline{0{,}069}$,

Digitized by Google

während die Beobachtung in dieser Höhe den Werth

0,079

ergab.

b) An der Nordseite, wo das Versuchszimmer an ein Nebenzimmer von der Temperatur 6,5° grenzt, ist der resultirende Druck in der Höhe z theoretisch dargestellt durch den Ausdruck

$$F_r - F_n = (p_r + \gamma_r) - (p_n + \gamma_n) - \frac{z}{H} (P_r - P_n),$$

woraus nach Einsetzung der bereits bekannten Werthe wird:

$$F_r - F_n = 0{,}353 - (p_n + \gamma_n) - \frac{z}{3{,}6}\, 0{,}172\,.$$

Somit lässt sich zunächst mittelst der Beobachtung Nro. 7 die Grösse $(p_n + \gamma_n)$ ableiten.

Indem man setzt

$$0{,}101 = 0{,}353 - (p_n + \gamma_n) - \frac{0{,}12}{3{,}6}\, 0{,}172\,,$$

erhält man

$$p_n + \gamma_n = 0{,}246.$$

Nun ist der resultirende Ueberdruck in jeder Höhe (z) der nördlichen Wand gegeben durch den Ausdruck

$$0{,}107 - \frac{z}{3{,}6}\, 0{,}172$$

und man berechnet ihn für die Höhe

$$z = 1{,}92$$

zu 0,015

während beobachtet wurde

0,026.

c) Auf der Ostseite ist der resultirende Ueberdruck aus dem Stiegenhause in das Versuchszimmer theoretisch gegeben durch die Differenz

Digitized by Google

$$F_r - F_s = (p_r + \gamma_r) - (p_s + \gamma) - z_s \left(\frac{P_r}{H_r} - \frac{P_s}{H_s}\right),$$

welche nach Einführung des Bekannten übergeht in

$$0{,}353 - (p_s + \gamma_s) - 0{,}046\, z$$

Zur Bestimmung von $(p_s + \gamma_s)$ kann man die Beobachtung Nr. 5 benützen, indem man setzt

$$- 0{,}255 = 0{,}353 \quad (p_s + \gamma_s) - 0{,}12 \cdot 0{,}046,$$

und findet

$$p_s + \gamma_s = 0{,}603,$$

was den Ueberdruck aus dem Freien in den Boden des Stiegenhauses darstellt.

Durch Substitution dieses Werthes erhält man als Ausdruch für den in einer beliebigen Höhe (z) der östlichen Wand bestehenden resultirenden Ueberdruck

$$- 0{,}250 - 0{,}046\, z.$$

Daraus berechnet sich für die Höhe von $1{,}92^m$

$$\underline{\underline{- 0{,}338}}$$

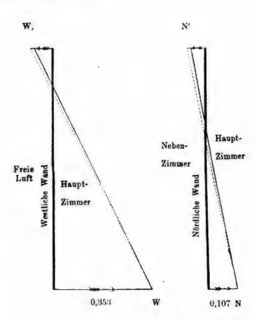
während die Beobachtung ergab

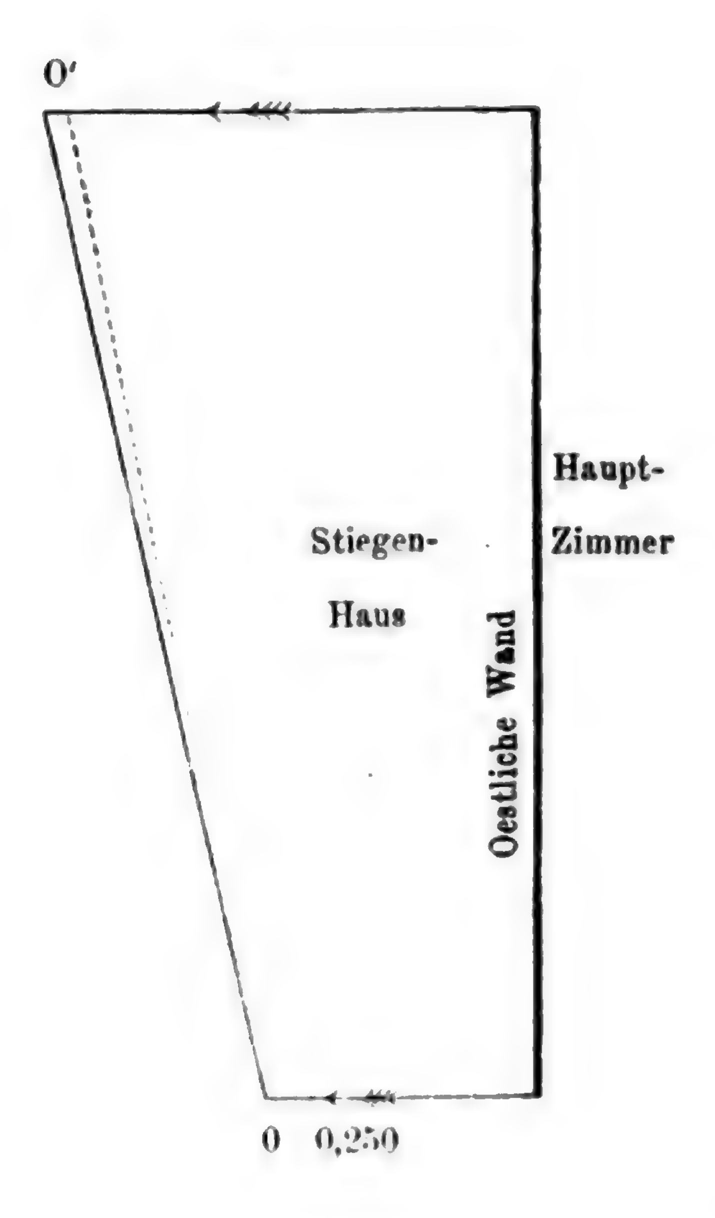
$$\underline{\underline{- 0{,}363.}}$$

4. Um das Urtheil zu erleichtern, von welcher Bedeutung die zwischen der Rechnung und Beobachtung bestehenden Differenzen sind, habe ich die berechnete Druckvertheilung mit der beobachteten in den Figuren 8, 9 und 10 graphisch zusammengestellt. Hiezu dient noch folgende Bemerkung. Vermöge der geringen Höhe ($0{,}12^m$) über dem Fussboden, in welcher die Ueberdrücke Nro. 3, 5 und 7 beobachtet wurden, können die am Boden eingetragenen Kräfte 0,353, — 0,250 und 0,107 als beobachtete Elemente der

Digitized by Google

Rechnung gelten (Ordinaten am Ursprung). Theoretisch bestimmt sind hingegen die Winkel, welche die Drucklinien WW', NN', OO' mit den Wänden bilden. Eben diese Winkel sind andererseits insofern beobachtet, als für jede dieser Geraden noch ein zweiter Punkt experimentell ermittelt wurde.





Die Abweichungen scheinen mir klein genug, um die Folgerung zu rechtfertigen, dass die gewöhnlichen Zustände der Gebäude den Voraussetzungen der Rechnung mit hinreichender Annäherung genügen. Insbesondere hat sich die ungleiche Vertheilung der Temperatur über die Höhe, welcher ich die Fehler zuschreibe, nicht übermässig störend gezeigt.

Digitized by Google

Eine Anwendung auf die Anlage von Ventilations-canälen.

Druckverhältnisse, wie sie am 11. Dezember 1878 zwischen dem Versuchszimmer und dem Stiegenhause bestanden, werden an kalten Wintertagen regelmässig in jedem mehrstöckigen Wohnhause stattfinden: An Wänden, welche Zimmer des Erdgeschosses vom Stiegenhause scheiden, wird bei geschlossener Hausthüre über die ganze Höhe hin der Ueberdruck negativ, d. h. vom Zimmer aus in das Stiegenhaus hinein gerichtet sein. Und zwar wird dieses um so sicherer der Fall sein, je wärmer und je höher das Stiegenhaus ist, je besser die Hausthüre und je schlechter die Speicherthüre schliesst, und je leichter überhaupt die Luft oben aus dem Stiegenhause entweichen kann.

Daraus folgt, dass die ziemlich häufige Ventilationseinrichtung, bei welcher die frische Luft aus der Hausflur mittelst eines die Mauer durchsetzenden Canales in den Mantel des Ofens geleitet wird, welcher das zu ventilirende Zimmer heizt, wenigstens für Parterre-Lokalitäten ganz und gar zu verwerfen ist.

Diese Einrichtung führt nämlich an kalten Wintertagen, also gerade dann, wenn man sich ihr am liebsten vertrauensvoll überlassen möchte, zu dem Uebelstande, dass bei Erkaltung des Ofens unter eine sogleich näher anzugebende, möglicherweise noch ziemlich hohe Temperatur, die Luft den unseren Wünschen und Interessen entgegengesetzten Weg einschlägt, indem sie aus dem Zimmer von oben in den Mantel eintritt, am Ofen abwärts zieht und sammt der aufgenommenen Ofenwärme durch den Kanal in die Hausflur strömt.

Digitized by Google

Wenn (durch Rechnung oder Beobachtung) die Druckdifferenz (— q) bekannt ist, welche nahe am Boden zwischen dem Zimmer und dem Stiegenhaus besteht, so ist leicht anzugeben, wie hoch die mittlere Temperatur der im Mantel befindlichen Luft sein muss, damit der eben beschriebene Uebelstand vermieden wird.

Würde nämlich die Luft des Mantels nur die Temperatur der übrigen Zimmerluft haben, so würde sie mit der Kraft q durch den Kanal in die Hausflur getrieben. Ist hingegen die Luft im Mantel wärmer als im Zimmer, so ist das Gleichgewicht zwischen der Mantelluft und der aussen in der Hausflur befindlichen dann hergestellt, wenn die Gewichtsdifferenz zwischen einer dem Mantel an Höhe gleichen Säule Zimmerluft und der Mantelluft gerade den bestehenden Ueberdruck q ausgleicht. (Alle Luftsäulen über einem Quadratmeter gedacht.)

Sei h die Höhe des Mantels, T_m die mittlere Temperatur der Mantelluft, T_r die Temperatur der Zimmerluft, so ist zum Gleichgewicht erforderlich und hinreichend, dass

$$- q = h\,1{,}293\,\frac{B}{760} \cdot \frac{T_m - T_r}{270 + T_m + T_r},$$

woraus T_m berechnet werden kann, wenn die übrigen Grössen bekannt sind.

Hat (— q) die am 11. Dezember 1878 in dem Versuchszimmer beobachtete Grösse 0,255, ist ferner $h = 1{,}5_m$, $B = 732$, $T_r = 18^0$ C., so folgt

$$T_m = 66{,}4^0 \text{ Cels.}$$

Es musste also die mittlere Temperatur der Mantelluft unter den gegebenen Verhältnissen 66,4° übersteigen, wenn der Ventilations-Kanal in gewünschter Weise wirken sollte.

Digitized by Google

Versuche, welche ich an dem genannten Tage ausführte, ergaben, dass bei geschlossener Zimmercirculation und geöffnetem Ventilationskanal durch letzteren kein nachweisbarer Luftstrom ging, wenn bei abgesperrtem Ventilationskanal und geöffneter Zimmercirculation die aus dem Zimmer durch den Ofenmantel aufsteigende Luft oben mit einer Temperatur von 130° ausströmte.

Die Temperatur des Ofens musste demnach höher als 130° sein, wenn sie im Stande sein sollte, den mächtigen Einfluss des geschlossenen Stiegenhauses (Aspiration) eben noch zu paralysiren.

Als der Ofen weiter erkaltete, wurde die Geschwindigkeit des durch den Kanal in das Stiegenhaus entweichenden Luftstromes anemometrisch messbar. Derselbe entführte von nun an mit zunehmender Geschwindigkeit die Wärme aus dem Zimmer, dem er sie hätte zuführen sollen.

Um den Strom jetzt noch zur Umkehr zu zwingen, musste man die Hausthüre öffnen, wodurch die Luft der Hausflur mit der äusseren nahezu ins Gleichgewicht gesetzt wurde[1]) und folglich die aspirirende Kraft des Zimmers und Ofenmantels zur Geltung kommen konnte.

Aus diesen Ausführungen folgt die Vorschrift, dass Kanäle, welche Ofenmänteln frische Luft zuführen sollen, nicht mit der Hausflur sondern mit der freien Luft in Verbindung zu setzen sind.

Mit Rücksicht auf negativen Winddruck sollen in unseren Gegenden solche Kanäle nach Norden oder Süden frei ausmünden und an ihrer Mündung mit einer Vorrichtung versehen sein, welche geeignet ist, den Wind in den zwei zur Kanalaxe senkrechten Richtungen (West und Ost) zu fangen. Noch zuverlässiger und zugleich zur Ventilation

1) Vgl. den zweiten Fundamentalversuch. Erste Abhandlung I,2b.

Digitized by Google

mehrerer Zimmer verwendbar wäre ein besonderer Windkessel mit undurchdringlichen Wänden, von welchem alle Luftzufuhrkanäle auslaufen können. Dieser „Windkessel" ist mit der äusseren Luft so in Verbindung zu setzen, dass der Druck der in ihm enthaltenen Luft nie erheblich geringer werden kann als der Druck der im gleichem Niveau befindlichen freien Luft.

Digitized by Google

Herr F. Klein spricht:

„Zur Theorie der elliptischen Modulfunctionen."

Durch eine Reihe von Arbeiten, die im 14. und 15. Bande der mathematischen Annalen veröffentlicht sind, bin ich allmählich zu einer allgemeinen und im Wesentlichen neuen Auffassung der elliptischen Modulfunctionen geführt worden. Indem ich im Folgenden einige auf diese Auffassung bezüglichen Ideen entwickele, ist meine besondere Absicht, zu zeigen, dass die verschiedenen Formen, welche man den Modulargleichungen ertheilt hat und die in gewissermassen verwirrender Mannigfaltigkeit bisher unvermittelt neben einander standen, sich einem einfachen, allgemeinen Principe als sehr specielle Fälle einordnen.

I. Allgemeines über elliptische Modulfunctionen.

Die Theorie der elliptischen Modulfunctionen, wie ich sie auffasse, hat es mit allen solchen eindeutigen Functionen einer Variablen ω zu thun, welche gegenüber ganzzahligen linearen Substitutionen von der Determinante Eins:

$$\omega' = \frac{\alpha\omega + \beta}{\gamma\omega + \delta}$$

ungeändert bleiben. Diese Substitutionen brauchen im einzelnen Falle die Gesammtheit aller ganzzahligen Substitutionen dieser Art durchaus nicht zu erschöpfen; sie bilden also, allgemein zu reden, eine in der Gesammtheit enthaltene

Untergruppe. Daher scheint es mir ein erster wichtiger Schritt zu einem planmässigen Studium der elliptischen Modulfunctionen zu sein, dass man alle in der erwähnten Gesammtheit enthaltenen Untergruppen aufstellt und nach sachgemässen Rücksichten classificirt. Meine heutige Darlegung soll sich, soweit sie sich auf derartige allgemeine Fragen bezieht, auf die Besprechung einiger Classificationsprincipien und der aus ihnen hervorgehenden functionentheoretischen Folgerungen beschränken. Ich nehme dabei an, was freilich eine grosse Beschränkung ist, dass die in Betracht kommenden Untergruppen einen endlichen Index haben, d. h. dass sie einen endlichen Theil der Gesammtheit aller ω- Substitutionen umfassen.

Zuvörderst ist ersichtlich, dass alle die Gesichtspuncte, die man, seit Galois, bei endlichen Gruppen von Transformationen kennt, auch bei unendlichen Gruppen, und somit bei der Gruppe aller ω- Substitutionen ihre Bedeutung behalten. Ich spreche demnach von ausgezeichneten Untergruppen, indem ich darunter solche verstehe, die mit der Gesammtheit aller ω- Substitutionen vertauschbar sind, — oder auch von relativ ausgezeichneten Untergruppen, die, in einer umfassenderen Untergruppe enthalten, sich wenigstens mit den Substitutionen dieser umfassenderen Untergruppe vertauschbar erweisen. — Eine leichte Ueberlegung zeigt, dass in der That die Gesammtheit der ω- Substitutionen die verschiedenartigsten ausgezeichneten Untergruppen enthält, dass also die Gesammtheit, um den Galois'schen Ausdruck zu gebrauchen, eine »zusammengesetzte«, und sogar eine höchst zusammengesetzte Gruppe ausmacht.

Mein zweites Classificationsprincip gründet sich auf die arithmetische Natur der Substitutionscoëfficienten α, β, γ, δ, welche bei Substitutionen der Untergruppe vorkommen. Es ist dieses Princip gewissermassen ein empirisches.

Digitized by Google

Es hat sich nämlich gezeigt, dass sich die bei einer Untergruppe auftretenden α, β, γ, δ in vielen Fällen dadurch charakterisiren lassen, dass man Congruenzen angibt, denen diese Coëfficienten in Bezug auf einen Zahlenmodul m genügen. Ich spreche dann von einer Congruenz-Gruppe, und zwar der m^{ten} Stufe, sofern m die kleinste Zahl ist, die zur Definition der Untergruppe ausreicht. Aber es muss stark hervorgehoben werden, dass durchaus nicht alle Untergruppen Congruenz-Gruppen sind. Die Congruenzgruppen sind diejenigen, mit denen man sich bisher fast ausschliesslich beschäftigt hat; die anderen Gruppen scheinen desshalb nicht weniger interessant; nur sind sie, zunächst, weniger zugänglich.

Ich komme nun zu meinem dritten, functionentheoretischen Eintheilungsprincipe. Dasselbe dürfte insofern das wichtigste sein, als sich vermöge desselben gewisse Schwierigkeiten, welche sich bisher einem weiteren Fortschritt in der Theorie der elliptischen Modulfunctionen entgegengestellt hatten, einfach wegheben. — Ich muss dabei auf die bereits zu Eingang dieser Mittheilung citirten Arbeiten zurückgreifen. Ich zeigte in denselben an verschiedenen Stellen (Annalen, Bd. XIV p. 133, 420 etc.), dass jeder in der Gesammtheit der ω- Substitutionen enthaltenen Untergruppe vom Index μ in der ω- Ebene ein gewisses, noch in vielen Hinsichten willkürliches, Fundamentalpolygon entspricht, das aus $2\,\mu$, abwechselnd schraffirten und nicht schraffirten »Elementardreiecken« besteht, und dessen Kanten vermöge der Substitutionen der Untergruppe paarweise zusammengehören. Die geschlossene Fläche, welche durch Vereinigung der zusammengehörigen Kanten des Fundamentalpolygon's entsteht, besitzt, im Sinne der Analysis situs, ein gewisses Geschlecht, p, — und der Zahlenwerth dieses p, welches ich kurz als Geschlecht der Untergruppe bezeichne, ist mein functionentheo-

retisches Eintheilungsprincip. Es gilt vor allen Dingen, zu unterscheiden, ob $p = o$ ist, oder nicht.

An die so exponirte Theorie der Untergruppen schliesst sich nun eine Lehre von den zugehörigen Moduln, d. h. von solchen eindeutigen Functionen von ω, $M(\omega)$, die bei den Substitutionen der Untergruppe, nicht aber bei anderen Substitutionen ungeändert bleiben. Aus nahe liegenden Gründen betrachte ich hier, wo es sich um Untergruppen von endlichem Index handelt, nur solche Moduln, die innerhalb der durch das Fundamentalpolygon definirten geschlossenen Fläche keine Unstetigkeiten höherer Art besitzen; ich nenne sie algebraische Moduln. Hier wird nun sogleich das Geschlecht der Untergruppe von Wichtigkeit.

Ist $p = o$, so kann man einen zugehörigen algebraischen Modul so wählen, dass er jeden vorgegebenen Werth im Fundamentalpolygon nur einmal annimmt. Ist aber $p > o$, so muss man, um den einzelnen Punct des Fundamentalpolygon's zu bezeichnen, mindestens zwei Moduln gleichzeitig betrachten, zwischen denen dann eine Gleichung von dem betreffenden p besteht. — Dementsprechend rede ich im ersten Falle von einem Hauptmodul, im zweiten von den Moduln eines vollen System's, wobei selbstverständlich ist, dass man, im zweiten Falle, statt zweier Moduln ev. eine grössere Zahl von Moduln verwerthen kann, die dann an eine Reihe algebraischer Identitäten gebunden sind.

Man hat nun sofort folgenden Satz:

Alle zur Untergruppe gehörigen algebraischen Moduln, sowie alle algebraischen Moduln, die einer umfassenderen Untergruppe angehören, drücken sich, für $p = o$, durch den Haupt-

Digitized by Google

modul, anderenfalls durch die Moduln des vollen System's rational aus.

Dann aber nachstehendes Resultat, vermöge dessen, wie ich schon andeutete, eine vielfach aufgeworfene Frage erledigt wird:

Soll ω' mit ω durch eine Substitution einer vorgelegten Untergruppe zusammenhängen, so ist, falls $p = o$, nicht nur nothwendig, sondern auch hinreichend, dass der Hauptmodul, berechnet für ω, mit dem für ω' berechneten Hauptmodul übereinstimmt. Ist aber $p > o$, so ist für den gleichen Schluss die Gleichheit aller Moduln eines vollen System's erforderlich. —

Uebrigens spreche ich, den anderen bei den Untergruppen getroffenen Unterscheidungen entsprechend, von Congruenz-Moduln (der m^{ten} Stufe), so wie von ausgezeichneten Moduln. Nur bezüglich letzterer sei hier eine Bemerkung gestattet. Wenn die Moduln $M(\omega)$, $M_1(\omega)$, . . . das volle System einer ausgezeichneten Untergruppe bilden, so drücken sich, wie man sofort sieht, alle Werthe $M\left(\frac{\alpha\omega+\beta}{\gamma\omega+\delta}\right)$, $M_1\left(\frac{\alpha\omega+\beta}{\gamma\omega+\delta}\right)$, . . . durch die ursprünglichen Werthe rational aus. Nun zeigen die Ueberlegungen, die ich Annalen Bd. XV, p. 251 ff. entwickelte, dass man in solchen Fällen M, M_1, so wählen kann, dass die rationalen Ausdrücke in lineare übergehen. Etwas Aehnliches gilt für solche Untergruppen, die nicht schlechthin, sondern nur relativ ausgezeichnet sind. — Eine solche Wahl scheint in vielen Beziehungen zweckmässig, wie ich noch weiter unten hervorzuheben habe, und in der That hat man auch früher, ohne die in Rede stehenden allgemeinen Ueberlegungen zu haben, ausgezeichnete Moduln, wenn sie auftraten, immer diesem Principe entsprechend gewählt.

Digitized by Google

Zu den somit zur Sprache gebrachten allgemeinen Definitionen möchte ich hier nur einige wenige Beispiele anführen, indem ich übrigens auf meine anderen neueren Publicationen verweise:

1. Die Theorie der Modulfunctionen bekommt dadurch einen besonders einfachen Charakter, dass die Gesammtheit aller ω- Substitutionen, als Gruppe aufgefasst, das Geschlecht Null besitzt. Desshalb gibt es einen Hauptmodul, der allen anderen Moduln übergeordnet ist, die absolute Invariante J (Herrn Dedekind's Valenz, vergl. Borchardt's Journal Bd. 83).

2. Die ν^{te} Wurzel aus dem *Legendre*'schen $\varkappa^2$, sowie die ν^{te} Wurzel aus $\varkappa^2 \varkappa'^2$ ist für jedes ganzzahlige ν ein Hauptmodul. Eine naheliegende Frage ist die, wesshalb in der bisher üblichen Theorie von diesen Moduln nur eine kleine Zahl auftrat, nämlich $\varkappa^2$, $\varkappa$, $\sqrt{\varkappa}$, $\sqrt[4]{\varkappa}$, $\varkappa^2 \varkappa'^2$, $\varkappa\varkappa'$, $\sqrt{\varkappa\varkappa'}$, $\sqrt[4]{\varkappa\varkappa'}$, $\sqrt[3]{\varkappa^2\varkappa'^2}$, $\sqrt[3]{\varkappa\varkappa'}$, $\sqrt[6]{\varkappa\varkappa'}$, $\sqrt[12]{\varkappa\varkappa'}$. Die Antwort ist, dass unter allen Moduln $\sqrt[\nu]{\varkappa^2}$, $\sqrt[\nu]{\varkappa^2\varkappa'^2}$ nur diese Congruenzmoduln sind.

3. Als einen Hauptmodul fünfter Stufe und zugleich als einen „ausgezeichneten" Modul, der sich bei beliebigen ω-Substitutionen linear transformirt, bringe ich hier die Ikosaederirrationalität η in Erinnerung (Annalen, Bd. XIV, p. 158). Desgleichen als volle Systeme ausgezeichneter Moduln von der siebenten Stufe (die auch nach dem Princip der linearen Transformation gewählt sind): einmal die drei Verhältnissgrössen $\lambda : \mu : \nu$ (Annalen, XIV, p. 456), zwischen denen die Gleichung besteht:

$$\lambda^3 \mu + \mu^3 \nu + \nu^3 \lambda = o,$$

dann die vier Verhältnissgrössen $x_0 : x_1 : x_2 : x_3$ (Annalen XV, p. 268), für die man folgende Relationen hat:

Digitized by Google

$$\begin{vmatrix} x_1 & x_0 & -x_2\sqrt{2} & 0 \\ x_2 & 0 & x_0 & -x_3\sqrt{2} \\ x_3 & -x_1\sqrt{2} & 0 & x_0 \end{vmatrix} = 0.$$

Das zugehörige Geschlecht ist gleich drei.

II. Anwendung auf die Transformationstheorie.

Unter Transformation n^{ter} Ordnung sei der Uebergang von ω zu $\omega' = \frac{\omega}{n}$ verstanden, oder, was noch vortheilhafter ist, weil es die Umkehrbarkeit der in Betracht kommenden Operation deutlicher hervortreten lässt, der Uebergang von ω zu $\omega' = -\frac{n}{\omega}$. Dann ist das allgemeinste Problem, welches man aufstellen mag, dieses:

Man soll alle algebraischen Gleichungen angeben, die, einem solchen Uebergange entsprechend, zwischen irgendwie gegebenen algebraischen Moduln und ihren transformirten Werthen statthaben.

Es ist nun keineswegs meine Absicht, diess Problem in voller Allgemeinheit hier zu behandeln. Vielmehr genügt mir ein viel bescheideneres Ziel. Ich erinnere zunächst an die Gleichungen, welche zwischen $J(\omega)$ und $J(\omega') = J'$ bestehen, und die man als Prototyp aller Modulargleichungen erachten kann. Sodann wünsche ich zu zeigen, dass es unendlich viele von Vorneherein erkennbare Fälle gibt, in denen Gleichungssysteme auftreten, welche mit den zwischen J und J' bestehenden Transformationsgleichungen in allen wesentlichen Eigenschaften übereinstimmen. — Als wesentlich erachte ich dabei den Grad der Gleichung, ihre Galois'sche Gruppe und die Vertauschbarkeit der in ihr auftretenden Argumente.

Den eigentlichen Kern meiner bez. Ueberlegung bildet ein gruppentheoretischer Satz, der als selbstverständlich gelten kann. Es handelt sich darum, einzusehen, dass zwei Untergruppen m^ter und n^ter Stufe, **sobald m und n theilerfremd sind**, eine Untergruppe mn^ter Stufe gemein haben, die innerhalb der Gruppe m^ter Stufe dieselbe Stellung annimmt, wie die Gruppe n^ter Stufe innerhalb der Gesammtheit der ω-Substitutionen. Und diess folgt einfach daraus, dass irgendwelche Congruenzen, denen Zahlen α, β, γ, δ modulo m unterworfen sein mögen, mit anderen Congruenzen, denen dieselben Zahlen modulo n genügen sollen, in keiner Weise collidiren können, sobald m und n, wie vorausgesetzt, relativ prim sind.

Auf Grund dieser Anschauung prüfe man jetzt die Schlüsse, welche zur Existenz der zwischen J und J′ bestehenden Transformationsgleichung und ihren Eigenschaften hinleiten*). Man sieht dann sofort, dass der **gruppentheoretische** Theil derselben ungeändert bleibt, wenn man an die Stelle der Gesammtheit der ω- Substitutionen irgend eine Untergruppe m^ter Stufe setzt, sofern m zum Transformationsgrade n relativ prim ist. — Und nun handelt es sich, will man zu meinem allgemeinen Satze kommen, nur noch darum, diess gruppentheoretische Resultat functionentheoretisch zu interpretiren. Offenbar muss man, dem Obigen zufolge, unterscheiden, ob das **Geschlecht** der Untergruppe m^ter Stufe gleich Null ist oder nicht. Im ersteren Falle kann man auch functionentheoretisch so weiter schliessen, wie man es bei der absoluten Invariante J that; nur tritt an die Stelle von J der betr. **Hauptmodul**. Wir haben dann folgenden ersten Satz:

---

*) Man kann diese Schlüsse sehr knapp zusammenziehen, so dass gar keine Rechnung mehr erforderlich ist. Vergl. die Darstellung bei **Dedekind**, Borchardt's Journal Bd. 83, wo indess die **Galois**'sche Gruppe nicht bestimmt wird.

Ist M ein Hauptmodul m^{ter} Stufe, so bestehen für alle Transformationsgrade n, die zu m relativ prim sind, zwischen $M(\omega) = M$ und $M\left(-\frac{n}{\omega}\right) = M'$ Gleichungen, die nach Grad, Galois'scher Gruppe und Vertauschbarkeit der Argumente mit der zwischen J und J' bestehenden Transformationsgleichung übereinstimmen.

Im zweiten Falle bedarf das Schlussverfahren einer Modification, die aber, nach dem Vorausgegangenen, nicht mehr schwer zu finden ist. Statt der einen Invariante J muss man jetzt sämmtliche Moduln $M, M_1, \ldots$ eines vollen Systems gleichzeitig betrachten. Zwischen den Werthsystemen $M(\omega) = M$, $M_1(\omega) = M_1, \ldots$ und $M\left(-\frac{n}{\omega}\right) = M'$, $M_1\left(-\frac{n}{\omega}\right) = M'_1, \ldots$ findet jetzt ein Entsprechen statt, dass dem zwischen J und J' durchaus analog ist. Man hat also statt einer Gleichung zwischen zwei Grössen Das, was die Geometer eine „Correspondenz" nennen, und zwar eine Correspondenz auf einer „Curve vom Geschlechte p". Grad und Galois'sche Gruppe dieser Correspondenz sind wieder dieselben, wie bei der zwischen J und J' bestehenden Gleichung; auch ist die Correspondenz, wie jene Gleichung, in den zweierlei in Betracht kommenden Argumenten symmetrisch.

Es ist kein Grund vorhanden, derartige Correspondenzen nicht ebenso in Betracht zu ziehen, wie jene Gleichungen; wir haben also schliesslich für jeden Transformationsgrad n unendlich viele Gleichungssysteme, die sämmtlich als Modulargleichungen bezeichnet werden können; und diess ist der Satz, um dessen Ableitung es sich bei der heutigen Gelegenheit handelte.

Dass sich nun, wie in der Einleitung bemerkt, sämmtliche bisher aufgestellten Modulargleichungen in das so gewonnene allgemeine Schema als sehr specielle Fälle einordnen, ist leicht zu sehen*); ein specieller Nachweis würde hier zu weit führen. Ich erinnere nur an die Jacobi-Sohnke'schen Modulargleichungen für $\sqrt[4]{\varkappa}$, an die Schröter'schen Modulargleichungen in irrationaler Form, etc. Dabei ist freilich eine gewisse Kritik nöthig, sobald es sich um Correspondenzen handelt. Natürlich muss man bei einer solchen Correspondenz immer den zwischen M, M_1, ... einerseits, und den zwischen M', M'_1, ... andererseits bestehenden Identitäten Rechnung tragen. Aber auch dann wird die Correspondenz nicht immer durch eine Gleichung zwischen den M, M_1, .. und den M', M'_1, .. definirt sein. Hat man also durch irgend eine Methode eine solche Gleichung gefunden, so bleibt zu untersuchen, ob sie zur vollen Definition der gewollten Correspondenz ausreicht, und wenn es nicht der Fall ist, so muss man eben noch weitere Relationen zwischen den M, M' aufsuchen**). —

---

*) Ich betone ausdrücklich, dass es sich im Texte nur um Modulargleichungen handelt (bei denen Vertauschbarkeit der Argumente Statt hat), nicht aber um Multiplicatorgleichungen oder andere verwandte Gleichungen.

**) Herr stud. Hurwitz, der mich bei solchen Untersuchungen unterstützte, wurde dabei für den 23. und 47. Transformationsgrad zu folgenden eleganten Gleichungen geführt:

$$\sqrt[4]{\varkappa\lambda} + \sqrt[4]{\varkappa'\lambda'} + \sqrt[3]{4}\,\sqrt[12]{\varkappa\varkappa'\,\lambda\lambda'} = 1,$$

$$\left[2\left(\sqrt[4]{\varkappa\lambda} + \sqrt[4]{\varkappa'\lambda'} - 1\right) - \sqrt[3]{4}\,\sqrt[12]{\varkappa\varkappa'\,\lambda\lambda'}\right]^2$$

$$= 8\left(\sqrt{\varkappa\lambda} + \sqrt{\varkappa\ \lambda'} + 1\right) - 7\sqrt[3]{16}\,\sqrt[6]{\varkappa\varkappa'\,\lambda\lambda'}.$$

Hier bedeuten λ, λ' in der üblichen Weise die transformirten Werthe on $\varkappa$, $\varkappa'$. Das volle System der in Betracht kommenden Moduln ist

Noch folgende Bemerkung möge hier eine Stelle finden. Es sollen die Moduln $M, M_1, \ldots$ der m^{ten} Stufe ausgezeichnet und dabei so gewählt sein, dass sie sich bei beliebiger ω- Substitution linear transformiren. Dann sieht man leicht, dass die zwischen den M und M' bestehenden Relationen bei gewissen simultanen linearen Transformationen der M, M' ungeändert bleiben müssen. Handelt es sich also darum, die fraglichen Relationen explicite herzustellen, so kann es vortheilhaft sein, vorher alle von M, M' abhängenden Ausdrücke zu bilden, die diese Eigenschaft der Unveränderlichkeit besitzen. Eine solche Untersuchung, die der linearen Invariantentheorie*) angehört, kann z. B. mit Nutzen bei den gewöhnlich betrachteten, zwischen $\varkappa^2$ und λ^2 bestehenden Gleichungen durchgeführt werden. Ich habe denselben Gedanken bereits früher (Annalen XIV, p. 162—164) benutzt, um für die niedrigsten Transformationsgrade die Ikosaedermodulargleichungen ohne Weiteres hinzuschreiben. Ich habe ihn neuerdings herangezogen, um wenigstens einige Modularcorrespondenzen der siebenten Stufe zu bilden. Die Moduln, welche ich dabei verwende, und die zwischen ihnen bestehenden identischen Relationen wurden bereits oben genannt. Ich

---

durch $\sqrt[4]{\varkappa}, \sqrt[4]{\varkappa'}, \sqrt[12]{\varkappa\varkappa'}$, gegeben, zwischen denen folgende Identitäten bestehen: $\left(\sqrt[4]{\varkappa}\right)^8 + \left(\sqrt[4]{\varkappa'}\right)^8 = 1$, $\left(\sqrt[12]{\varkappa\varkappa'}\right)^3 = \sqrt[4]{\varkappa} \cdot \sqrt[4]{\varkappa'}$; die zugehörige Untergruppe ist von der 48. Stufe. — Jede der beiden angegebenen Gleichungen stellt die bei ihr in Betracht kommende Correspondenz rein dar.

*) Natürlich gilt etwas Aehnliches in beschränkterem Sinne, wenn es sich nicht um ausgezeichnete Moduln schlechthin, sondern um „relativ ausgezeichnete" Moduln handelt. Hieher gehören z. B. die bekannten Regeln, welche die Art der Glieder bestimmen, die in den zwischen $\sqrt[4]{\varkappa}$, $\sqrt[4]{\lambda}$ bestehenden Gleichungen auftreten.

Digitized by Google

kann also sofort die Resultate anführen, was nunmehr zum Schlusse geschehen mag. Es sind folgende:

1) **Für n = 3 und n = 5 erhält man nachstehende einfache lineare Gleichungen, deren jede zur Definition der bei ihr in Betracht kommenden Correspondenz ausreicht:**

$$\lambda'\lambda + \mu'\mu + \nu'\nu = 0\text{*)},$$
$$x'_0\,x_0 + x'_1\,x_1 + x'_2\,x_2 + x'_3\,x_3 = 0.$$

2) **Die Modularcorrespondenz für n = 2 wird durch irgend zwei der folgenden drei Gleichungen völlig definirt:**

$$x'_0\,x_1 + x'_1\,x_0 - \sqrt{2}\,.\,x'_2\,x_2 = 0,$$
$$x'_0\,x_2 + x'_2\,x_0 - \sqrt{2}\,\,x'_3\,x_3 = 0,$$
$$x'_0\,x_3 + x'_3\,x_0 - \sqrt{2}\,.\,x'_1\,x_1 = 0.$$

3) **Für n = 4 bekommt man das einfachste**) Resultat, wenn man die $\lambda:\mu:\nu$ heranzieht. Die Correspondenz ist dann nämlich durch die eine Formel gegeben:**

$$(\lambda'^2.\lambda\mu + \mu'^2.\mu\nu + \nu'^2.\nu\lambda) + (\lambda^2.\lambda'\mu' + \mu^2.\mu'\nu' + \nu^2.\nu'\lambda') = 0,$$

sofern ausdrücklich festgesetzt wird, dass man von der evidenten (doppeltzählenden) Lösung

$$\lambda':\mu':\nu' = \lambda.\mu:\nu$$

absehen soll.

München, im November 1879.

---

*) Diese Gleichung stellt sich vermöge ihrer dreigliedrigen Form unmittelbar neben die bekannten Formen:

$$\sqrt{\varkappa\lambda} + \sqrt{\varkappa'\lambda'} = 1, \quad \sqrt[4]{\varkappa\lambda} + \sqrt[4]{\varkappa'\lambda'} = 1,$$

die Legendre für den dritten Grad und Gützlaff für den siebenten Grad gewonnen haben.

**) Ich hatte zunächst nur mit den $x_0:x_1:x_2:x_3$ operirt; das Resultat, wie es im Texte mitgetheilt ist, rührt von Herrn Hurwitz her.

Digitized by Google

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom kgl. preuss. geodätischen Institut in Berlin:

Astronomisch-geodätische Arbeiten im J. 1878. 1879. 4°.

Von der St. Gallischen naturwissenschaftl. Gesellschaft in St. Gallen.

Bericht über ihre Thätigkeit. 1877—78. 1879. 8°.

Vom naturhistorischen Verein der preuss. Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. Jahrg. 35 und 36. 1878—1879. 8°.

Vom naturhistorischen Verein in Augsburg:

25. Bericht. 1879. 8°.

Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 1879. 8°.

Von der Lese- und Redehalle der k. k. technischen Hochschule in Wien:

Jahresbericht. VII. Vereinsjahr 1878—79. 8°.

Von der Società Italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. 1877—79. 8°.

Digitized by Google

Von der Zoological Society in London:

a) Proceedings. 1879, Part. 3. 8°.
b) List of the vertebrated Animals now or lately living in the Gardens of the Zoological Society of London. 7 ed 1879. 8°.
c) Transactions. Vol. X. Part. 12. 1879. 4°.
d) Proceedings. 1879. Part. 1. 8°.

Von der Astronomical Observatory of Harvard College in Cambridge, Mass.

Annals. Vol. XI. Part. 1. Photometrio Observations by Edward C. Pickering. 1879. 4°.

Vom Comité des Schwann-Jubiläums in Lüttich:

Manifestation en l'honneur de M. le Professeur Th. Schwann. Liége, 23. Juni 1879. Liber memorialis. Düsseldorf 1879. 8°.

Von der U. S. Coast Survey Office in Washington:

Report of the Superintendent of the U. S. Coast Survey for the year 1874. 1877. 4°.

Vom Muséum d'histoire naturelle in Paris:

Nouvelles Archives. II. Serie. Tom. I. 1878. 4°.

Von der Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno XXXII. Sessione I e II. 1879. 4°.

Vom Institut Royal Grand-Ducal in Luxembourg:

Publications de la Section des sciences naturelles. Tom. XVII. 1879. 8°.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. 26. Comptes rendus 1. Revue bibliogr. C. 1879. 8°.

Digitized by Google

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Oct. 1879. 8.

Vom Verein für Erdkunde in Dresden:

XVI. Jahresbericht. Wissenschaftl. Theil. 1879. 8°.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien:

Denkschriften; mathem.-naturwiss. Classe. Bd. 39. 1879. 4°
Sitzungsberichte; mathem.-naturw. Classe
I. Abth. Bd. 77 u. 78.
II. " " 77. 78 u. 79.
III. " " 77. 78 u. 79. 1878—79. 8°.

Von der naturwissenschaftl. Gesellschaft Isis in Dresden:

Sitzungsberichte. Jahrg. 1879. Jan. — Juni. 1879. 8°.

Vom Verein der Naturhistoriker in Innsbruck:

Rechenschaftsbericht über die 3 ersten Jahre seines Bestehens. 1879. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:

a) 64. Jahresbericht. 1878. 1879. 8°.
b) Kleine Schriften. XVIII. Die höchste und niedrigste Temperatur von 1836 — 1877, von M. A. F. Prestel. 1879. 4°.

Vom naturwissenschaftl. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. Jahrg. XI. Berlin 1879. 8°.

Von der Società di scienze naturali ed economiche in Palermo:

Giornale di scienze naturali ed economiche. Anno 1879. Vol. XIV. 4°.

Digitized by Google

Von der R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 40. 1879. 8°.

Vom Bureau géologique de la Suède in Stockholm:

a) Sveriges Geologiska Undersökning No. 68. 69. 71. 72 der geologischen Karte mit je 1 Heft Erklärung. 1869. 8° und Atlas in fol.
b) Om Floran i Skånes kolförande bildningar, of A. G. Nathorst. I. Floran vid Bjuf. Heft 2. und II. Floran vid Höganäs. 1878—79. 4°.

Vom Peabody Institute in Baltimore:

12. annual Report. 1879. 8°.

Von der Société géologique de Belgique in Liége:

Annales. Tom. 5. 1877—78. 1878. 8°.

Von Herrn Francesco Rossetti in Rom.

Sul potere assorbente, sul potere emissivo termico delle fiamme e sulla temperatura dell' arco voltaico. 1879. 4°.

Vom Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. Sept. 1879. Stuttgart. 8°.

Vom Herrn L. B. Welch in Wilmington, Ohio:

An illustrated Description of prehistoric Relics found near Wilmington, Ohio. 1879. 8.

Vom Herrn Theodor von Oppolzer in Wien:

Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten. Bd. II. Leipzig. 1880. 8°.

Digitized by Google

Vom Herrn E. Plantamour in Genf:

Resumé météorologique de l'année 1878 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. 1879. 8°.

Vom Herrn P. Riccardi in Modena:

Biblioteca matematica Italiana Parte II. Volume unico. 1879 4°.

Vom Herrn Piazzi Smyth in Edinburgh:

The Solar Spectrum. 1879. 4°.

Vom Herrn H. A. Hagen in Cambridge Mass. U. S. A.

Destruction of obnoxious insects. 1879. 8°.

Vom Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. October 1879. Stuttgart. 8°.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung am 3. Januar 1880.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr v. Bauernfeind hielt einen Vortrag über:

Die Beziehungen zwischen Temperatur, Druck und Dichtigkeit in verschiedenen Höhen der Atmosphäre.

Der k. k. österreichische Hauptmann Herr Wilhelm Schlemüller zu Prag behandelt in einer vor Kurzem bei H. Dominicus dortselbst erschienenen und

„Der Zusammenhang zwischen Höhenunterschied, Temperatur und Druck in einer ruhenden nicht bestrahlten Atmosphäre"

betitelten kleinen Schrift das vorstehend bezeichnete Thema „auf Grund der dynamischen Gastheorie" und gelangt hiedurch fürs Erste zu einer Beziehung zwischen Höhen- und Temperaturunterschied, womit er dann weiter die Fragen über die Aenderung der Temperatur und des Drucks zwischen zwei Punkten löst, die Höhe der Atmosphäre und deren Temperatur an der oberen Begrenzung berechnet, und schliesslich eine neue Barometerformel aufstellt.

Mit Ausnahme dieser Formel kommt Herr Schlemüller genau zu denselben Ergebnissen auf welche mich meine im Jahre 1857 unter Beihilfe von 10 Studirenden des hiesigen K. Polytechnicums älterer Ordnung am Hohen Miesing an-

Digitized by Google

gestellten Messungen und namentlich meine hieran geknüpften ausführlichen Studien über die Physik der Atmosphäre geführt haben, und welche seit dem Jahre 1862 dem wissenschaftlichen Publikum aus meiner von der hiesigen literarisch-artistischen Anstalt der J. G. Cotta'schen Buchhandlung verlegten Schrift:

„Beobachtungen und Untersuchungen über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen und die Temperaturänderungen der Atmosphäre"

bekannt sind. Nur Herr Schlemüller nimmt weder von meinen Beobachtungen noch von meinen Untersuchungen Notiz, obwohl die einen wie die anderen in der Literatur grosse Anerkennung und Verbreitung fanden wegen des von mir gelieferten Nachweises dass und warum man mit dem Barometer am Morgen und Abend zu kleine, am Mittag zu grosse und nur zu gewissen Vor- und Nachmittagsstunden richtige Höhen findet, und obgleich ich auf sie meine in den Jahren 1864 (Bd 62, Nr 1478 bis 1480) und 1866 (Bd 67, Nr 1587 bis 1590) in den „Astronomischen Nachrichten" erschienene Theorie der atmosphärischen Strahlenbrechung gründete, welche die Bessel'schen mittleren astronomischen Refractionen bis zu 90° Zenithdistanz genau darstellte und die am Kaukasus zuerst beobachtete Thatsache von der Abnahme des Coefficienten der terrestrischen Refraction mit der Höhe des Beobachtungsorts vollständig erklärte, was bis heute keine andere Strahlenbrechungstheorie zu leisten vermochte, weil sie alle auf ungenauen Voraussetzungen über die Aenderungen der Dichtigkeit der Atmosphäre mit der Höhe beruhen.

Da mir das völlige Stillschweigen des Herrn Hauptmanns Schlemüller über meine auch in den vier letzten Auflagen meiner „Elemente der Vermessungskunde" genannten und von andern Schriftstellern vielfach citirten Abhandlungen über barometrische Höhenmessung und Strahlen-

Digitized by Google

brechung auffiel, so wandte ich mich am 9. December 1879 schriftlich an ihn mit der Bitte mir offen zu sagen, ob ihm meine Arbeiten in Bezug auf die vorliegenden Fragen in der That unbekannt waren, oder welchen Grund er hatte dieselben mit Stillschweigen zu übergehen. Ich erhielt darauf unterm 28. Decbr nachstehende Antwort, die ich vollständig mittheile, da von dem Verfasser ein Auszug nicht gestattet ist. Nur die einzelnen Absätze habe ich mir zu beziffern erlaubt, um mich in meinen folgenden Bemerkungen leichter auf sie beziehen zu können.

Herr Hauptmann Schlemüller schreibt nämlich:

„Die kleine Abhandlung, in welcher ich den Zusammenhang zwischen Höhenunterschied, Temperatur und Druck abgeleitet zu haben glaube, stützt sich nebst den nur den Fachmännern zugänglichen Verstandesgründen auch auf die so vollkommene Uebereinstimmung der theoretisch erhaltenen Resultate mit den praktischen Beobachtungen.“ (1)

„Es kann mir nur sehr schmeichelhaft sein dass ein so vorzüglicher Beobachter der einschlägigen Verhältnisse der Atmosphäre wie Sie zu denselben Folgerungen gekommen ist wie ich, und sie durch die Praxis bestätigt gefunden hat.“ (2)

„Ich bin einer solchen Anerkennung nicht gewohnt, da meine Abhandlung sowohl von der Akademie der Wissenschaften zu Wien, sowie von einer Reihe der bedeutendsten naturwissenschaftlichen Zeitschriften, als nicht zur Veröffentlichung geeignet, zurückgewiesen wurde.“ (3)

„Der Schwerpunkt meiner Abhandlung liegt jedoch nicht in der Ableitung der barometrischen Formeln, welche Jedermann erhalten musste, der an das Gesetz glaubte, die Temperaturabnahme sei proportional dem Höhenunterschiede; sondern darin dass ich mit Hilfe der dynamischen Gastheorie bewiesen habe dass diese Abnahme dem Höhenunterschiede proportional sein muss.“ (4)

Digitized by Google

„Hiezu war es nöthig die gegenwärtig allgemein giltige Ableitung eines Grundsatzes der dynamischen Gastheorie als falsch zu erkennen und (Seite 5 meiner Schrift, Zeile 26 u. ff.) den richtigen Satz aufzustellen." (5)

„Darin, glaube ich, liegt das Verdienst meiner Abhandlung; alles Weitere sind Consequenzen der mehrerwähnten Proportionalität, und stehe ich nicht an, Jedem der den Nachweis liefert, die Priorität in diesen Consequenzen eines früher geglaubten Satzes zuzustehen, wie Seite 9, Anmkg 1 meiner Schrift zeigt." (6)

„In erster Linie Officier, kann ich meinen wissenschaftlichen Arbeiten nur wenig Zeit und Mittel zuwenden; diess mag auch entschuldigen dass ich Ihr mir aus vielfachen Citaten bekanntes Werk nicht studirt habe; nach dessen Studium werde ich in einer eventuellen Neuauflage der Abhandlung auf Ihre Priorität bezüglich der Ableitung von

$$\frac{p}{p_0} = \left(1 - \frac{h}{H}\right)^6 \qquad (7)$$

hinweisen."

Dieser Brief des Herrn Hauptmanns veranlasst mich auf die Entwicklung meiner Relationen über die physicalische Constitution der Atmosphäre etwas näher einzugehen, weil es sonst den Anschein haben könnte als wäre ich im Stande gewesen dieselben ohne jede vorausgegangene theoretische Erörterung einfach nur zu beobachten. Meine Entwicklung bezieht sich aber nach Seite 95 der „Beobachtungen und Untersuchungen" in erster Linie auch auf „die Temperaturabnahme nach der Höhe" (vergl. Satz 4), und lautet im Auszuge folgendermassen:

„Verstehen wir unter k einen die Abhängigkeit der Differentialgrössen des Drucks p und der Dichtigkeit ϱ der Atmosphäre bezeichnenden Coefficienten, dessen Werth aus Versuchen bestimmt werden muss, so kann man wegen der

nach Höhe und Breite sich ändernden Temperatur der Atmosphäre das Mariottesche Gesetz nicht mehr einfach durch die Proportion $dp : p = d\varrho : \varrho$ sondern nur durch die Gleichung darstellen:

$$\frac{dp}{p} = k \frac{d\varrho}{\varrho} \tag{37}$$

aus welcher sich durch Integration zunächst ergibt

$$\operatorname{Log} p = k \operatorname{Log} \varrho + C$$

und wenn p' und ϱ' Elasticität und Dichte der Atmosphäre eines anderen Punkts der Atmosphäre bezeichnen:

$$\operatorname{Log} p' = k \operatorname{Log} \varrho' + C$$

Aus den beiden letzten Gleichungen folgt durch Abziehen die Gleichheit der nachstehenden Verhältnisse zwischen Druck und Dichtigkeit:

$$\frac{p'}{p} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\kappa} \tag{38}$$

Bezeichnet Θ die absolute Temperatur ($272{,}8 + t^0 C$) der Atmosphäre an der Stelle wo die Elasticität p und die Dichtigkeit ϱ stattfindet, und ist $d\Theta$ die Temperaturerhöhung welche bei constantem Druck eine Dichtigkeitsänderung $d\varrho$ bewirkt, so muss bei veränderlichem Drucke

$$\frac{d\Theta}{\Theta} = k_0 \frac{d\varrho}{\varrho} \tag{39}$$

gesetzt werden, wobei k_0 wieder einen durch Erfahrung zu bestimmenden Coefficienten bezeichnet. Diese Gleichung gibt durch Integration, wenn Θ' die absolute Temperatur der Atmosphäre an der Stelle ist wo die Elasticität p und die Dichtigkeit ϱ stattfinden:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\kappa_0} \tag{40}$$

Digitized by Google

und da zwischen den durch p, ϱ, Θ und p', ϱ', Θ' ausgedrückten Zuständen einer Luftmasse die Beziehung besteht:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \frac{p'\varrho}{p\varrho'} \tag{41}$$

so folgt durch Einsetzung des Werths von p' : p aus (38) in (40) die Relation zwischen Temperatur, Dichtigkeit und Druck:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\varkappa-1} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} \tag{42}$$

wobei sich also zeigt dass $k_\varrho = k - 1$ ist".

„Die Gleichungen (38) und (40) stimmen mit den von Poisson (in den Annales de Chimie et de Physique, Tome XXIII, pag. 339 und in Gilberts Annalen Jahrgang 1824, Seite 272) aufgestellten Formeln überein, obgleich ihre Entwickelungen und die Bedeutungen der Constanten k verschieden sind. Ich füge nun diesen zwei Gleichungen eine dritte bei welche Poisson nicht hat und die sich speciell auf die Abnahme der Temperatur mit der Höhe der Atmosphäre bezieht."

„Heisst nämlich die Höhe der Atmosphäre in einem beliebigen Punkte der Erdoberfläche h, und findet in diesem Punkte die absolute Temperatur Θ statt, so wird, wenn h um dh wächst, auch die Temperatur um dΘ zunehmen; da aber diese Aenderungen vielleicht ungleichförmig sind, so kann man zunächst nur

$$\frac{d\Theta}{\Theta} = k_1 \frac{dh}{h} \tag{43}$$

setzen und hiebei unter k_1 einen Erfahrungscoefficienten verstehen, der später aus Beobachtungen zu bestimmen ist."

„Aus dieser Gleichung findet man, wenn Θ' und h' einem zweiten Punkte der Vertikalen entsprechen, durch Integration

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{h'}{h}\right)^{\kappa_1} \tag{44}$$

wonach sich also die Temperatur Θ' für einen Punkt der um z höher liegt als der Ausgangspunkt, aus der Gleichung berechnen lässt:

$$\Theta' = \Theta \left(1 - \frac{z}{h}\right)^{\kappa_1} \tag{45}$$

Mit Rücksicht auf diese Gl (44) haben wir nunmehr folgende Beziehungen zwischen Temperatur, Dichtigkeit, Druck und Höhe der Atmosphäre:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\kappa-1} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = \left(\frac{h'}{h}\right)^{\kappa_1} \tag{46}$$

und es kommt jetzt nur mehr darauf an die Exponenten k und k_1 und die Atmosphärenhöhe h aus einer hinreichenden Zahl guter Beobachtungen zu bestimmen."

Diese Bestimmung erfolgte nach Seite 97—109 meines Buchs auf Grund von 100 Beobachtungen über die Temperaturabnahme mit der Höhe, welche in folgenden Schriften veröffentlicht sind:

1. Die thermo- und barometrischen Messungen welche Gay-Lussac auf seiner am 16. Septbr. 1804 von Paris aus unternommenen Luftreise (bis zu 7018 m über Meer) gemacht und in den Annales de Chimie, T. 52, p. 75 etc. mitgeteilt hat.
2. Die thermo- und barometrischen Beobachtungen welche John Welsh auf vier im Jahre 1852 bis zu einer höchsten Höhe von 22640 engl. Fuss ausgeführten Luftschifffahrten gemacht hat. (Vergl. die Berichte der Royal Society zu London und Petermanns Geogr. Mitteilungen 1855, S. 333 u. ff.).
3. In der nur die höheren und höchsten (5880 m) Berge berücksichtigenden Auswahl der von Ramond, Humboldt,

Digitized by Google

Saussure u. A. angestellten barometrischen Höhenmessungen, welche sich in Ramond's „Mémoires sur la formule barométrique de la mécanique céleste", Paris 1811, verzeichnet finden.

4. Die thermo- und barometrischen Beobachtungen welche in Genf und auf dem Grossen St. Bernhard in zehn Jahren (1841—1850) gemacht und von Plantamour in seinem „Résumé des observations thérmométriques et barométriques" etc., Genf 1851, mitgeteilt wurden.
5. Die meteorologischen Beobachtungen auf vier Stationen in Göttingen, Clausthal und Brocken, welche C. Prediger in seiner Schrift über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen, Clausthal 1860, veröffentlicht hat.
6. Die Nivellemente nebst den thermo- und barometrischen Messungen welche ich mit zehn Gehilfen in der Zeit vom 13. bis 28. August 1857 am Grossen Miesing ausgeführt habe und deren Ergebnisse in meinen „Beobachtungen und Untersuchungen" angeführt sind.

Von den in der Tafel XLIV der letztgenannten Schrift zusammengestellten 100 Beobachtungen sind entnommen:

4 der Luftschifffahrt von Gay-Lussac (Abhdlg Nr 1),
12 der Luftschifffahrt von John Welsh (Abhdlg Nr 2),
33 den in der Abhdlg Nr 3 aufgeführten Messungen von Ramond, Humboldt, Saussure,
17 den Beobachtungen von Plantamour u. A. in dessen unter Nr 4 aufgeführten Résumé etc.,
16 den meteorologischen Beobachtungen von C. Prediger u. A. im Harz, (Abhdlg Nr 5),
18 den Beobachtungen von Bauernfeind und Gehilfen, (Abhdlg Nr 6 „Beobachtungen" etc.).

Hieraus geht hervor dass ich meine eigenen Messungen nicht über Gebühr berücksichtigt habe. Aus diesen hundert Beobachtungen wurden folgende Werthe berechnet:

Digitized by Google

Seite 105: $k' = \frac{k}{k-1} = 5{,}977$ und $k = 1{,}2160$

Seite 109: $h = 51382$ Meter und $k' = 1{,}0227$

und ich war wohl wegen der noch immer geringen Zahl und Genauigkeit der benützten Beobachtungen berechtigt, in meinen Formeln $k = 1{,}2$ und $k_1 = 1$ zu setzen, wodurch diese auf Seite 110 der „Beobachtungen und Untersuchungen" die Gestalt annahmen:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{1}{6}} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\frac{1}{5}} = \frac{h'}{h} \qquad (59a)$$

Genau dieselben Beziehungen findet nun Herr Hauptmann Schlemüller „auf Grund der dynamischen Gastheorie" welche auf der schon von Daniel Bernoulli (1738) ausgesprochenen, in unserer Zeit aber von Krönig (1856, Poggendorffs Annalen, Bd 99) und von Clausius (1856, Ebendaselbst, Bd 100) weiter ausgeführten Ansicht beruht dass die Gasmolekeln den ihnen angewiesenen umschlossenen Raum in fortschreitender Bewegung durcheilen bis sie entweder an ein anderes Molekel oder an den Umschluss des gedachten Raumes anstossen, worauf sie wie vollkommen elastische Kugeln ohne Geschwindigkeitsverlust zurückkehren.

Hienach ist der stetige Druck eines Gases auf seine Begrenzung als die Wirkung unzähliger Stösse aufzufassen welche die ankommenden Molekeln ausüben. Auf Grund dieser und der weiteren zuerst von Joule ausgesprochenen Anschauung dass es erlaubt sei bei der unendlichen Mannigfaltigkeit der Bewegungsrichtungen dafür die grösste Regelmässigkeit zu setzen, entwickelte Clausius (a. a. O.) für die mittlere Geschwindigkeit u womit sich die Molekeln verschiedener Gase bei gegebener Temperatur bewegen, die Formel

$$u = \sqrt{3\,g\,P\,v} \qquad (\alpha)$$

Digitized by Google

worin P den Druck des Gases (in Kilogramm) auf die Flächeneinheit (den Quadratmeter), v das Volumen eines Kilogramms Gas (in Cubikmeter) und g die Beschleunigung der Schwere bedeutet.

Statt dieser Formel stellt Hr Schlemüller die andere auf:

$$V = 2\sqrt{3\,g\,P_0\,V_0\,(1+\alpha\tau)} \qquad (\beta)$$

in welcher V mit u gleichbedeutend ist, P_0 den Normaldruck des Gases auf die Flächeneinheit, V_0 das Volumen eines Kilogramms Gas bei 0°, τ die Temperatur des Gases in Centigrad, g die Beschleunigung der Schwere und α den Ausdehnungscoefficienten der Gase 0,003665 bezeichnet. Da somit $P_0\,V_0\,(1+\alpha\tau)$ in der letzten Formel die gleiche Bedeutung hat wie P v in der ersten, so setzt also Herr Schlemüller die Moleculargeschwindigkeit V doppelt so gross als Clausius, Joule u. A., nämlich $V = 2\,u$, und hierauf bezieht sich der mit (5) bezeichnete Satz in dessen Briefe vom 18. December 1879.

Nach der Discussion der Formel (β) auf Seite 6 leitet Herr Schlemüller auf Seite 9 und 10 seiner Schrift das Gesetz der Temperaturabnahme wie folgt ab. Beginnt ein Molekel an der Erdoberfläche seinen Lauf, so wird es bei der vorausgesetzten Mannigfaltigkeit der Bewegungsrichtungen vielfach mit anderen Molekeln zusammenstossen; da aber alle vollkommen elastisch sind, so wechseln je zwei zusammenstossende Geschwindigkeit und Richtung aus, d. h. das erstere (untere) Molekel kehrt nach unten, das zweite (obere) nach oben zurück, so zwar dass das eine den Weg des anderen fortsetzt. Es ist desshalb erlaubt anzunehmen dass jedes Molekel gerade oder schief bis an die Grenze der Atmosphäre aufsteige. Hiebei verliert es nach mechanischen Gesetzen beständig an Geschwindigkeit in Folge der gegen den Erdmittelpunkt wirkenden Beschleunigung der Schwere. In der Geschwindigkeitshöhe wird die Ge-

Digitized by Google

schwindigkeit Null und das Teilchen beginnt seine Bewegung abwärts, wobei es in den Punkten seiner Bahn dieselben Geschwindigkeiten erlangt wie beim Aufsteigen.

Bedeutet nun V die ebenbezeichnete Moleculargeschwindigkeit in der Entfernung R vom Erdmittelpunkte, V_1 jene in dem Abstande R + h, und wird vorläufig die Beschleunigung der Schwere in R und R + h als gleich angenommen, so muss die Gleichung statt finden:

$$\frac{V^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} = h$$

Setzt man hierin für V und V_1 die der Formel (β) entsprechenden Werte und heisst die Temperatur an der Erdoberfläche = τ und in der Höhe h = τ_1 so folgt

$$\tau - \tau_1 = \frac{h}{6\,\alpha\,P_0\,V_0} = ch \qquad (\gamma)$$

wobei c für den reciproken Wert von $6\,\alpha\,P_0\,V_0$ geschrieben ist. Diese Gleichung besagt dass (ohne Rücksicht auf die Aenderung der Beschleunigung der Erdschwere) der Temperaturunterschied in zwei übereinanderliegenden Punkten der Atmosphäre deren Höhenunterschied proportional ist, und es führt diese Gleichung in Verbindung mit der

$$H = \frac{V^2}{2g} = 6\alpha\,P_0 V_0 T$$

und der Gleichheit von $\tau - \tau_1$ und $T - T_1$ sofort zu dem Gesetze

$$\frac{T_1}{T} = \frac{H_1}{H} \qquad (\delta$$

wenn T und T_1 die absoluten Temperaturen (273 + τ) und (273 + τ_1) an der Erdoberfläche und in der Höhe h, H die Höhe der Atmosphäre und H_1 den Höhenunterschied H − h bezeichnet. Dieses Gesetz (δ) entspricht aber ganz

genau der in meinen Beobachtungen und Untersuchungen (Seite 110) aufgestellten Relation (59):

$$\frac{\Theta^1}{\Theta} = \frac{h^1}{h}$$

da $\Theta = T$, $\Theta^1 = T_1$, $h = H$ und $h_1 = H - h = H_1$ ist.

Die Ableitung der Formeln (γ) oder (δ) ist nach Aussage des mit (4) bezeichneten Satzes in vorstehendem Briefe das Hauptverdienst des Herrn Hauptmanns Schlemüller, weil er das was ich mit Anderen (darunter Lagrange, Laplace, Gauss, Bessel) bloss geglaubt haben soll, bewiesen hat: als ob in naturwissenschaftlichen Fragen, und namentlich wenn es sich um Naturgesetze oder deren genäherte Ausdrücke handelt, die systematisch verwerteten Beobachtungen nicht mindestens denselben Wert hätten als auf Hypothesen beruhende theoretische Ableitungen!

In dem ersten Abschnitte seiner Schrift (Seite 8) behauptet Herr Hauptmann Schlemüller auch dass man es bisher nicht verstanden habe den Höhenunterschied, für welchen die Temperatur um 1 ° C abnimmt, aus einer rationellen Formel zu entwickeln. Er zieht ferner aus seiner Formel (γ), indem er für P_0 den Normaldruck der Luft auf 1 □Meter (10328 Kilogr.) und für V_0 das Volumen trockener Luft (0,7732 Cbk.-Meter) setzt welches 1 Kilogramm wiegt, den fraglichen Höhenunterschied

$$h = 6\,\alpha\,P_0\,V_0 = 175{,}61^m$$

vergleicht dieses Resultat der Rechnung mit dem von ihm aus drei auf Beobachtungen gestützten Angaben (von Reich, Boussingault, Schlagintweit) gezogenen Mittel von 175^m und leitet aus der Uebereinstimmung beider Werthe ebenfalls einen Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie her. Ohne mich hierüber in eine weitere Erörterung einzulassen, bemerke ich nur dass ich in Nr 64 Seite 117 meiner „Beobachtungen und Untersuchungen“ die Formel aufgestellt habe

$$z = 173,^{m}5 \ (1 + 0,069 \cos 2\psi)$$

wonach der Höhenunterschied z für 1°C bei 45° Breite gerade 173,5^{m} beträgt und für höhere Breiten etwas kleiner, für niedere etwas grössser wird; ein Ergebniss, welches von der Folgerung des Herrn Schlemüller im Grunde nur durch den Factor $(1 + 0,069 \cos 2\psi)$ abweicht, welcher dort der Einheit gleich ist.

Zum zweiten Abschnitte der in Rede stehenden Schlemüllerschen Schrift, welcher von der Höhe der Atmosphäre handelt und diese gleich

$$H = 6\,\alpha\,P_0\,V_0\,T = h\,T = 175,61\ T$$

findet, will ich nur bemerken: erstens dass meine Formel (58) auf Seite 110 der Beobachtungen und Untersuchungen

$$H = \frac{z.\Theta}{\Theta\text{-}\Theta^1} = 173,5\ \Theta = 173,5\ T$$

und für $T = 272,8 + 9,5$ (wobei 9,4° C die Mitteltemperatur bei 45° Breite bedeutet) $H = 48980^{m}$, also einen von dem Schlemüller'schen kaum verschiedenen Werth liefert, und zweitens dass auch nach meinen Aufstellungen die Temperatur an der Grenze der Atmosphäre − 273° C beträgt, entsprechend der Bedingung dass dort die Elasticität der Luft oder der Ausdruck $1 + at = o$ sein muss.

Im dritten Abschnitte seiner Schrift behandelt Herr S. den Zusammenhang zwischen Höhenunterschied und Druck, und gelangt hiebei zu zwei Formeln für die barometrische Höhenmessung: die erste mit ($\varkappa$) bezeichnete (Seite 16) nimmt auf die Abnahme der Schwerebeschleunigung mit wachsender Höhe keine Rücksicht, die andere (μ) auf Seite 17 führt die angedeutete Veränderung in der Beschleunigung ein. Es liegt jedoch nicht in meiner Absicht mich hier auf eine nähere Discussion dieser Formeln einzulassen, obwohl es Herr S. nach dem Absatz (4) seines Briefs zu erwarten

scheint; mein dermaliges Interesse gilt bloss der in Absatz (7) des eben genannten Briefs erwähnten Relation

$$\left(\frac{p}{p_u}\right)^{\frac{1}{6}} = \frac{H-h}{H} = 1 - \frac{h}{H} \qquad (\lambda)$$

welche vollständig mit meiner Formel 59a (Seite 110 meiner Beobachtungen)

$$\left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{1}{6}} = \frac{h'}{h} = \frac{h-z}{h} = 1 - \frac{z}{h} \qquad (59^a)$$

übereinstimmt, da p in (λ) = p′ in (59^a), p_u in (λ) = p in (59^a), H in (λ) = h in (59^a) und h in (λ) = z in (59^a) ist.

Im vierten Abschnitte (Seite 19 seiner Schrift) stellt Herr S. den Zusammenhang zwischen Temperatur und Druck durch die Gleichung dar

$$\frac{p_o}{p_u} = \left(\frac{1+\alpha t_o}{1+\alpha t_u}\right)^6 = \left(\frac{T_o}{T_u}\right)^6$$

welche besagt dass die Drücke in zwei verschieden hohen Punkten der Atmosphäre sich wie die sechsten Potenzen der absoluten Temperaturen verhalten. Genau dasselbe drückt aber meine schon oft angeführte Relation (59^a) aus welche in Bezug auf Temperatur und Druck lautet:

$$\frac{p'}{p} = \left(\frac{1+\alpha t'}{1+\alpha t}\right)^6 = \left(\frac{\Theta'}{\Theta}\right)^6$$

und worin mit Rücksicht auf die vorausgehende Formel $p' = p_o$, $p = p_u$, $\Theta' = T_o$, $\Theta = T_u$ ist.

Ueber die Dichtigkeit der Luft in verschiedenen Höhen erstrecken sich die Betrachtungen des Herrn Haupt Schlemüller nicht; die Ausdrücke für die Dichtigkeit der Luft an zwei ungleich hoch gelegenen Punkten, die wir unten D_u und oben D_o nennen wollen, sind aber nur eine einfache mathematische Folge aus den bereits mitgetheilten Schle-

Digitized by Google

müllerschen Gleichungen und bekannten physicalischen Gesetzen. Hienach ist nämlich

$$\frac{D_o}{D_u} = \frac{p_o(1+\alpha t_u)}{p_u(1+\alpha t_o)} = \left(\frac{T_o}{T_u}\right)^5$$

während meine Formel 59* in Bezug auf Dichtigkeit und Temperatur die Gleichung enthält:

$$\frac{\check{\varrho}'}{\varrho} = \frac{p'(1+\alpha t)}{p(1+\alpha t')} = \left(\frac{\Theta'}{\Theta}\right)^5$$

welche mit der vorstehenden aus den Entwickelungen des Herrn S. mit logischer Strenge folgenden vollständig übereinstimmt, da in der letzten Formel ϱ, ϱ', Θ, Θ' genau dieselbe Bedeutung haben wie D_u, D_o, T_u, T_o in der ersten.

Fassen wir alle hier behandelten Fälle zusammen, so findet Herr Hauptmann Schlemüller auf Grund der dynamischen Gastheorie 1879 genau dieselben Relationen

$$\frac{T_o}{T_u} = \left(\frac{p_o}{p_u}\right)^{\frac{1}{6}} = \left(\frac{D_o}{D_u}\right)^{\frac{1}{5}} = \frac{H'}{H}$$

welche ich schon 1862, also 17 Jahre früher, unter folgender Bezeichnung veröffentlicht habe:

$$\frac{\Theta'}{\Theta} = \left(\frac{p'}{p}\right)^{\frac{1}{6}} = \left(\frac{\varrho'}{\varrho}\right)^{\frac{1}{5}} = \frac{h'}{h}$$

Meine Aufstellungen beruhen zwar, wie schon erwähnt, auch auf theoretischen Entwickelungen, aber diese betreten nicht das Gebiet der Hypothesen, in dem sich die Grundformel des Herrn Hauptmann Schlemüller, nämlich die von ihm „richtig gestellte“ Moleculargeschwindigkeit V zur Zeit noch befindet. Ich musste die Constanten meiner Relationen aus zahlreichen und guten Beobachtungen ableiten, weil ich sie nicht aus einer hypothetischen Geschwindigkeitsformel ableiten wollte. Ich habe somit genau das Verfahren eingehalten welches man in den exacten Wissenschaften zu befolgen pflegt, wenn man das Gesetzmässige in vielfach beobachteten Erscheinungen aufsucht. Ueberdies sind meine

Relationen auch noch weiter an der Erfahrung geprüft worden, indem erstens die von mir aus der Relation

$$\frac{\varrho'}{\varrho} = \left(\frac{h'}{h}\right)^5 = \left(1 - \frac{x}{h}\right)^5 = \left(1 - y\right)^5$$

berechneten mittleren astronomischen Refractionen genau mit den von Bessel festgestellten beobachteten Werten derselben übereinstimmen (Astron. Nachrichten 1864, Bd 62, S. 235), und zweitens befolgt die von der Russischen Vermessungskammer am Kaukasus beobachtete Abnahme des Coefficienten der Strahlenberechnung genau das von mir bewiesene Gesetz, dass sich unter sonst gleichen Umständen die zwei ungleich hoch gelegenen Beobachtungsorten zukommenden Refractionscoefficienten nahezu wie die vierten Potenzen der über diesen Orten verbleibenden Atmosphärenhöhen verhalten (Astron. Nachrichten 1866, Bd 61, S. 88). Trotz aller dieser Uebereinstimmungen kam es mir aber doch nie in den Sinn meine „Aufstellungen über die physicalische Constitution der Atmosphäre" für den genauen Ausdruck der in dieser wirksamen Naturgesetze auszugeben; ich hielt sie stets nur für der Wahrheit möglichst nahe kommende Ausdrücke, die aber allerdings in gewissen Fällen, wo die Abhängigkeit des Zustands der Atmosphäre von der Höhe des Orts nicht in aller Strenge bekannt zu sein braucht, wie z. B. bei der atmosphärischen Strahlenbrechung die Dichtigkeitsänderung, ein Naturgesetz vollständig vertreten können. Aus dieser Beschränkung meiner Aufstellungen und aus der Art ihres Beweises erklärt es sich wohl auch, warum dieselben Eingang in der wissenschaftlichen Welt und nirgends Widerspruch gefunden haben, was nach der eigenen Aussage des Herrn Hauptmann Schlemüller (in Absatz 4 seines Briefs) mit dessen Bearbeitung des gleichen Gegenstands auf Grund der dynamischen Gastheorie, obgleich die meisten Schlussergebnisse mit den meinigen übereinstimmen, nicht der Fall ist.

Digitized by Google

Herr Erlenmeyer spricht:

Ueber Phenylmilchsäuren.

Ausser den beiden bezüglich ihrer Constitution genau gekannten Milchsäuren — der Aethyliden- oder Gährungsmilchsäure und der Aethylenmilchsäure oder Hydracrylsäure giebt es bekanntlich noch eine dritte Milchsäure, welche im Fleischsaft enthalten ist und daher Fleischmilchsäure oder wohl auch Paramilchsäure genannt wurde. Wiewohl die Salze der letzteren verschieden sind von den entsprechenden Salzen der beiden anderen Säuren so liefert sie doch mit PCl_5 dasselbe Chlorür wie die Aethylidenmilchsäure und zersetzt sich auch wie diese beim Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure in Aethylaldehyd und Ameisensäure, man hält sie desshalb für physikalisch isomer mit der Aethylidenmilchsäure.

Die Aethyliden- und die Aethylenmilchsäure sind Hydroxypropionsäuren, die sich derart von einander unterscheiden, dass sich in der ersteren das Hydroxyl an der Stelle von 1 H-atom in dem CH_2 der Propionsäure, in der letzteren an der Stelle von 1 H-atom in CH_3 befindet. Man hat die Stellung des Hydroxyls in der Aethylidenmilchsäure auch als α-Stellung, die in der Aethylenmilchsäure als β-Stellung resp. die erstere Säure als α-Hydroxy- die letztere als β-Hydroxypropionsäure bezeichnet:

Digitized by Google

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{array} \qquad \begin{array}{c} CH_2\,OH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOH \end{array}$$

α-Hydroxypropions Aethylidenmilchsäure) — β-Hydroxypropionsäure (Aethylenmilchsäure)

Ist nun noch 1 H-atom in einer der beiden Säuren durch Phenyl ersetzt so resultiren die Phenylmilchsäuren Wie man leicht sieht, sind deren 4 metamere denkbar, je nachdem 1 H-atom am Endkohlenstoffatom, oder am mittleren durch Phenyl substituirt ist.

Drei von diesen Säuren sind bisher schon bekannt gewesen. In zwei derselben, der Tropasäure und der Atrolactinsäure befindet sich das Phenyl am mittleren Kohlenstoffatom. In der dritten der sog. Glaser'schen Phenylmilchsäure vertritt das Phenyl 1 H-atom am Endkohlenstoffatom und zwar wie Glaser, Fittig und andere Chemiker angenommen haben am Endkohlenstoffatom der α-Hydroxypropionsäure. Man dachte sich daher allgemein die Constitution dieser Säure so:

$$\begin{array}{c} C_6\,H_5 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{array}$$

Ich habe nun vor einiger Zeit[1]) auf Grund früherer und neuerer Beobachtungen die Ansicht ausgesprochen, dass der Glaser'schen Phenylmilchsäure die Constitution:

$$\begin{array}{c} C_6\,H_5 \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2 \\ | \\ COOH \end{array}$$

1) Berl. Ber. 12.

zukomme, dass sie also nicht Phenyl α- sondern Phenylβ-hydroxypropiansäure sei. Gleichzeitig versprach ich die α-Säure aus Phenyläthylaldehyd und Blausäure mit Salzsäure darzustellen. Es ist mir nun in der That gelungen diese Säure in der angegebenen Weise zu gewinnen.

Der Schmelzpunkt der aus Wasser krystallisirten Säure liegt bei 97 bis 98°, also etwa 4—5° höher, als der der Glaser'schen Säure. In Wasser ist sie schwerer löslich, als letztgenannte, ebenso verhält es sich mit der Löslichkeit der Zinksalze der beiden Säuren.

Da man nun immerhin noch sagen konnte, die von mir dargestellte Säure unterscheide sich von der Glaser'schen nur in der Weise wie die Gährungsmilchsäure von der Fleischmilchsäure, so habe ich die beiden Phenylmilchsäuren nebeneinander mit verdünnter Schwefelsäure in zugeschmolzenen Röhren erhitzt. Bei der Temperatur des siedenden Wasserbads wurde die Glaser'sche Säure nach kurzer Zeit zersetzt, während meine Säure auch nach tagelangem Erhitzen im Wasserbad keinerlei Veränderung zeigte. Die Zersetzungsproducte der ersteren bestanden der Hauptsache nach aus Zimmtsäure, einer geringen Menge von Styrol, etwas von der Styrolzimmtsäure von Fittig und Erdmann[1]) und entsprechend diesen beiden letzteren Substanzen etwas CO_2. Meine Säure fing erst bei 130° an zersetzt zu werden und zwar wurde sie wie ich erwartet hatte in Phenyläthylaldehyd und Ameisensäure gespalten. Erhitzt man sie mit verdünnter Schwefelsäure auf 200° so bildet sich CO, SO_2 und ein Condensationsproduct des Phenyläthylaldehyds von der Zusammensetzung $C_{24}H_{20}O_2$[2]) das in seideglänzenden Blättchen krystallisirt und bei etwa 102° schmilzt.

---

1) Berl. Ber. 12. 1739.

2) Die Constitution desselben lässt sich vielleicht durch die Formel

Wäre die Glaser'sche Säure von der meinigen nur wie Fleischmilchsäure von Gährungsmilchsäure verschieden, so hätte sie wie die meinige als Zersetzungsproducte Aldehyd und Ameisensäure liefern müssen. Da sie aber statt dessen mit gleicher Leichtigkeit wie die Hydracrylsäure Wasserbestandtheile abgiebt und in Phenylacrylsäure übergeht, so bleibt kaum mehr ein Zweifel, dass sie so constituirt ist, wie ich es angenommen habe, dass sie in der That Phenyl-βhydroxypropionsäure ist, welche zu der von mir dargestellten Säure in derselben Beziehung steht, wie die Hydracrylsäure zur Gärungsmilchsäure.

Wenn sich nun in der Glaser'schen Phenylmilchsäure das Hydroxyl in der β-Stellung befindet, so muss nach den Beobachtungen von Glaser einerseits und von Fittig andererseits in den Halogenwasserstoffadditionsproducten der Zimmtsäure das Halogenatom ebenfalls die β Stellung einnehmen[1]). Es lässt sich dann auch, wie Fittig selbst zugiebt, die Bildung des Styrols aus Phenylβhalogenpropionsäure beim Behandeln mit kohlensaurem Natrium leichter

---

$$\begin{array}{ccc} & C_6H_5 & \\ & | & \\ & CH & \\ & \| & \\ & C & \\ \swarrow & & \searrow \\ CO & & CO \\ | & & | \\ CH_2 & & CH_2 \\ | & & | \\ C_6H_5 & & C_6H_5 \end{array}$$

ausdrücken.

1) Ich halte es für unzweifelhaft, dass alle Halogenwasserstoffadditionsproducte von sog. ungesättigten Säuren, welche der Zimmtsäure resp. der Acrylsäure ähnlich constituirt sind, das Halogenatom in der β-Stellung enthalten. So ist auch wie aus Versuchen hervorgeht, die Herr Marx in meinem Laboratorium angestellt hat der Jodwasserstoffadditionsproduct der Crotonsäure nicht wie Hemilian angiebt, α- sondern β-Jodbuttersäure.

Digitized by Google

verstehen, als nach der Annahme von Fittig. Das anfangs entstehende Natriumsalz der Phenylβhalogenpropionsäure erleidet durch die grosse Verwandtschaft des Halogens zum Natrium eine innere Zersetzung:

$$\begin{array}{l} C_6H_5-CHBr-CH_2 \\ \qquad\qquad | \\ \quad NaO-CO \end{array} = \begin{array}{c} Br \\ | \\ Na \end{array} + \begin{array}{l} C_6H_5-CH-CH_2 \\ \qquad\quad \diagdown \quad | \\ \qquad\quad O-CO \end{array}$$

Das so gebildete innere Esteranhydrid ist aber nicht existenzfähig, es spaltet sich in Styrol $C_6H_5-CH=CH_2$ und CO_2, wie leicht zu sehen ist. Es scheint mir, dass solche innere Anhydride überhaupt erst dann existenzfähig sind, wenn sie mindestens die Gruppe

$$\begin{array}{ccc} & C & \\ \diagup & & \diagdown \\ C & & C \\ | & & | \\ O & - & CO \end{array}$$

enthalten, welche bekanntlich auch in den Anhydriden der Bernsteinsäure und deren kohlenstoffreicheren Analogen, dann in dem Phtalsäureanhydrid, den Phtaleïnen etc. vorhanden ist. Ich glaube desshalb auch nicht, dass die Terebinsäure so constituirt ist, wie es Fittig annimmt, sondern so:

$$\begin{array}{l} \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!>\!C-CH_2-CH-COOH \\ \qquad\quad | \qquad\qquad\; | \\ \qquad\quad O\text{————}CO \end{array}$$

und ich denke mir alle derartigen inneren Esteranhydride, wenn sie keinen doppelt gebundenen Kohlenstoff enthalten, in ähnlicher Weise constituirt.

Zum Schluss möchte ich noch mittheilen, dass Herr Lipp in meinem Laboratorium damit beschäftigt ist, die Phenylaethylidenmilchsäure (Phenylαhydroxypropionsäure) noch in der Art darzustellen, dass er Phenylacetylcyanür in das Amid

Digitized by Google

der Phenylpyrotraubensäure und in diese selbst überführt und diese dann mit Wasserstoff verbindet wie es folgende Formeln ausdrücken:

$$C_6H_5-CH_2-CO-CN+H_2O=C_6H_5=CH_2-CO-CONH_2$$
$$+H_2O=C_6H_5-CH_2-CO-COONH_4$$

$$C_6H_5-CH_2-CO-COOH+H_2=C_6H_5-CH_2-CHOH-COOH.$$

Digitized by Google

Herr v. Nägeli spricht:

„Ueber Wärmetönung bei Fermentwirkungen.“

In der „Theorie der Gärung“ habe ich die Wirkung der (unorganisirten) Fermente und der (organisirten) Hefenpilze mit einander verglichen und im Gegensatze zu den herrschenden Ansichten gezeigt, dass zwischen beiden Processen nicht Uebereinstimmung, sondern gerade in den massgebenden Eigenschaften eine charakteristische Verschiedenheit besteht. Unter den Momenten, welche diese Verschiedenheit bedingen, betrifft eines die Wärmetönung, indem bei dem einzigen Gärprocess, den wir genau kennen, nämlich bei der Alkoholgärung, sicher Wärme frei, bei dem einzigen Process der Fermentwirkung, den wir etwas genauer kennen, nämlich bei der Invertirung des Rohrzuckers, höchst wahrscheinlich Wärme aufgenommen wird.

Gegen diese Theorie hat sich A. Kunkel[1]) ausgesprochen. Nach seiner Darlegung würde bei der Invertirung des Rohrzuckers (durch Invertin oder Schwefelsäure) nicht Wärme aufgenommen, sondern abgegeben, und es würde somit die Wärmetönung bei der Fermentwirkung die nämliche sein wie bei der Gärwirkung.[2]) Doch muss ich, auch nach dieser Darlegung, für meine Theorie noch den näm-

1) Ueber Wärmetönung bei den Fermentationen in Pflüger's Archiv f. Phys. Bd. XX, S. 509.

2) Bezüglich der Terminologie habe ich in der „Theorie der Gärung“ bereits bemerkt, dass ich Fermentwirkung nur als Concession an den jetzt allgemein gewordenen Sprachgebrauch im Gegensatz zu Gär-

Digitized by Google

lichen Grad von Wahrscheinlichkeit in Anspruch nehmen wie früher.

Als ersten Grund führte ich die Verbrennungswärmen von Rohrzucker und Traubenzucker an, wie sie von Frankland angegeben worden waren. Zunächst ergreife ich diese Gelegenheit zu einer Berichtigung von Zahlen. Aus den Berechnungen für die zwei bekannten Traubenzuckerarten, den hartkrystallisirten mit der Formel $(C_6 H_{12} O_6) 2 + H_2 O$ und den gewöhnlichen mit der Formel $C_6 H_{12} O_6 + H_2 O$ ist die den ersteren betreffende Zahl 1,1053 aus Versehen statt der Zahl des letzteren 1,1579 in die Abhandlung aufgenommen worden. Die betreffende Stelle muss, da Frankland unzweifelhaft gewöhnlichen Traubenzucker untersuchte, demnach folgender Massen lauten.

Nach Frankland werden bei der Verbrennung von 1 g Rohrzucker 3348, bei der Verbrennung von 1 g Traubenzucker (krystall.) 3277 Cal. frei. 1 g Rohrzucker entspricht 1,1579 krystall. Traubenzucker; letztere aber liefern beim Verbrennen 3794 Cal. Also nimmt der Rohrzucker bei der Invertirung durch Fermente, insofern wir den Invertzucker in dieser Beziehung dem Traubenzucker gleichsetzen dürfen, Wärme auf und zwar im Verhältniss von 3348 zu 3794 oder von 100 zu 113,3.

Die Differenz zwischen den beiden Verbrennungswärmen ist also noch grösser, als ich sie angegeben hatte, nämlich 13,3 statt 8 Proc. Gegen meine Berechnung macht Kunkel geltend, dass die Frankland'schen Zahlen nicht den Grad

oder Hefenwirkung gebrauche, und dass der richtige Name für die sog. „unorganisirten Fermente" eigentlich „organische Contactsubstanzen" wäre. Aber noch weniger zweckmässig würde mir scheinen, für die Umsetzung durch unorganisirte Fermente mit Kunkel „Fermentation" zu sagen, weil dieser Ausdruck schon im Lateinischen, besonders aber in den neueren Sprachen (französisch, italienisch, englisch etc.) Gärung durch Hefe bedeutet.

Digitized by Google

von Genauigkeit und Zuverlässigkeit besitzen, um einen solch subtilen Schluss darauf zu stützen, indem die Zahlen für die Verbrennungswärme von Rohrzucker und Traubenzucker 3347 und 3277 nur um 2,1 Proz. des ganzen Werthes von einander abweichen.

Hiegegen ist zuvörderst bezüglich der Berechnung zu erwidern, dass, wenn wir aus der Verbrennungswärme auf die Menge der gebundenen Wärme schliessen wollen, doch nicht gleiche, sondern nur äquivalente Gewichtsmengen der beiden Zuckerarten verglichen werden dürfen und dass die Differenz der Verbrennungswärmen, auf den Traubenzucker bezogen, daher nicht 2,1 Proz. mit negativem Vorzeichen, sondern 13,3 Proz. mit positivem Vorzeichen beträgt. Nicht 1 g sondern 1,1579 g krystallisirter Traubenzucker erfordern zur Verbrennung die gleiche Menge Sauerstoff und geben die gleichen Verbrennungsmengen von Kohlensäure und Wasser wie 1 g Rohrzucker. Die auf diese Weise sich ergebende Differenz von + 13,3 Proz. in den Verbrennungswärmen wird aber noch durch zwei Umstände vergrössert, nämlich durch das Krystallwasser und das hygroskopische Wasser.

Da Frankland krystallisirten Traubenzucker verwendete, so erhielt er um so viel weniger Wärme als bei der Krystallisation frei geworden war; denn die Verbrennungswärme von wasserfreiem Traubenzucker ist gleich der Verbrennungswärme einer äquivalenten Menge von krystallisirtem Traubenzucker, weniger die Krystallisationswärme. — Da ferner die beiden Zuckerarten Frankland's nicht getrocknet waren, so musste die Verbrennungswärme des Traubenzuckers verhältnissmässig geringer ausfallen; denn es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass derselbe mehr hygroskopisches Wasser enthielt als der Rohrzucker.

Der beträchtliche Unterschied in der gebundenen Wärme der beiden Zuckerarten, der aus den Frankland'schen

Resultaten sich ergiebt, scheint mir doch nicht so ohne Weiteres vernachlässigt werden zu dürfen. Ich würde zwar Anstand genommen haben, jene Resultate gegenüber einer bestimmten gegentheiligen Thatsache als Beweis anzuführen. Sie mussten aber einiges Gewicht in die Wagschale legen, da für die Meinung, dass bei der Fermentwirkung Wärme frei werde, gar kein thatsächlicher Grund vorhanden war, indem die einzig angesprochene Analogie der unorganisirten Fermente mit den Hefenzellen offenbar als nicht zutreffend erschien. Und wenn auch die Methode, deren sich Frankland bediente, wie er selber sagt, weniger genau ist, als die gewöhnlich angewendeten calorimetrischen Methoden, so hat er doch alle erforderlichen Correcturen angebracht und nach seiner Meinung dadurch die Ergebnisse für gewisse Zwecke hinreichend brauchbar gemacht.[1]) Wenn also auf der einen Seite gar nichts für Wärmeabgabe spricht, auf der andern Seite aber eine Angabe von einem kundigen und umsichtigen Beobachter vorliegt, welche die Wärmeaufnahme darthut, so verlangt die Logik, die letztere als wahrscheinlich anzunehmen, bis das Gegentheil nahegelegt oder nachgewiesen wird.[2])

Die Wahrscheinlichkeit, dass der Traubenzucker eine grössere Menge von gebundener Wärme enthalte als der Rohrzucker, wurde für mich sehr bedeutend erhöht und

---

1) In der von Kunkel citirten betreffenden Stelle aus der Abhandlung Frankland's sind die nicht unwichtigen Worte „with the corrections described below" weggeblieben.

2) In der jüngsten Zeit sind Verbrennungswärmen von Rohrzucker durch Stohmann bekannt geworden, welche merklich höhere Ziffern darstellen als die Frankland'schen Resultate. Sie können aber nicht verwerthet werden, so lange nicht Traubenzucker oder Invertzucker nach der nämlichen Methode untersucht ist. Bis dahin behalten die Frankland'schen Zahlen ihren wahrscheinlichen Werth, da sie für die beiden Zuckerarten auf die nämliche Weise gewonnen wurden und daher wohl auch mit den gleichen Fehlerquellen behaftet sind.

Digitized by Google

nahezu zur Gewissheit erhoben durch die Vergleichung der spezifischen Gewichte und der Molecularvolumina. Leider ist das spezifische Gewicht des wasserfreien Traubenzuckers nicht ermittelt. Indessen reicht die Betrachtung, welche sich an das spezifische Gewicht des krystallisirten Traubenzuckers knüpfen lässt, für die vorliegende Frage vollkommen aus. Die spezifischen Volumina (Volumen der Gewichtseinheit Wasser = 1) oder auch die Molecular-Volumina des Traubenzuckers und der äquivalenten Menge Rohrzucker + Wasser verhalten sich wie 106 : 100 oder 107 : 100, je nach den Werthen, die man für die spezifischen Gewichte von Rohrzucker und Traubenzucker annimmt. Würde also der Rohrzucker bei der Invertirung vollständig in krystallisirten Traubenzucker übergehen, so müsste er sammt der zugehörigen Menge Wasser sich um 6 bis 7 Proz. ausdehnen. Jedenfalls gilt dies für die eine Hälfte des Rohrzuckers, die zu Traubenzucker wird, und von der andern Hälfte, die zu Levulose wird, darf man mit Wahrscheinlichkeit eine analoge Volumenzunahme erwarten.[1])

Nun ist es zwar, wie K u n k e l richtig bemerkt, bis jetzt den Physikern nicht gelungen, durchgehende gesetzmässige Beziehungen des Molecularvolumens fester Verbindungen zu begründen. Allein um diese allgemeine Frage handelt es sich hier eigentlich nicht, sondern nur darum, ob bei einer chemischen Umsetzung fester Verbindungen die Aenderung des Volumens mit einer gleichsinnigen Aenderung der gebundenen Wärme zusammentreffe und inwiefern Ausnahmen

1) Der Milchzucker, welcher in analoger Weise wie der Rohrzucker in 2 isomere Verbindungen invertirt wird, nämlich in Dextrose (Traubenzucker) und Galactose, steht auch bezüglich des Volumens in einem gleichen Verhältniss zum Traubenzucker wie der Rohrzucker. Das Volumen von 1 Mol. krystallisirtem Milchzucker ($C_{12}\ H_{24}\ O_{12}$) + 2 Mol Wasser ($H_4\ O_2$) verhält sich zum Volumen von 2 Mol. krystallisirtem Traubenzucker ($C_{12}\ H_{28}\ O_{14}$) wie 100 : 106,1.

Digitized by Google

von dieser Regel auftreten. Wie ich glaube, trifft beim Uebergang einer organischen Verbindung in eine andere von analoger Constitution und gleichem chemischen Charakter, wie dies bei den Umsetzungen der Zuckerarten und überhaupt der Kohlenhydrate der Fall ist, allgemein Volumenzunahme mit Wärmeaufnahme und Volumenverminderung mit Wärmeabgabe zusammen. Diese Regel hat aber keine Gültigkeit mehr, wenn die Constitution oder der chemische Charakter eine Aenderung erfährt, wie dies dann der Fall ist, wenn z. B. ein Alkohol oder ein Aldehyd in eine Säure übergeht.

Kunkel meint gewichtige Einwände gegen meine Ansicht machen zu können, indem er sagt, das Beispiel des Rohrzuckers zeige uns gerade, wie weit mit geringen Zustandsänderungen fester Körper das spezifische Gewicht variire; — dasselbe werde für den krystallisirten (Kandis-) Zucker sehr übereinstimmend zu 1,59, für den amorphen (Gersten-)Zucker zu 1,509 von Biot angegeben; — nun krystallisire der Traubenzucker mit Krystallwasser, der Rohrzucker ohne solches: auch das Krystallsystem, in dem beide krystallisiren, sei verschieden, — wie diese Umstände auf das spezifische Gewicht einwirken, sei uns vorderhand ganz unbekannt.

Ueber diese Dinge giebt indess die Physik, soweit es für die vorliegende Frage erforderlich ist, genügenden und für meine Theorie durchaus günstigen Aufschluss. Was den amorphen und krystallisirten Zustand betrifft, so kann nach den Beobachtungen von Berthelot beim Uebergang verschiedener Salze aus dem ersteren in den zweiten Wärme frei werden. Damit stimmt der Umstand, dass der amorphe Gerstenzucker ein geringeres spezifisches Gewicht, somit ein grösseres spezifisches Volumen besitzt als der krystallisirte Kandiszucker, vortrefflich überein. Es ist sicher, dass auch die Verbrennungswärme des ersteren, wenn einmal der Ver-

Digitized by Google

uch gemacht wird, grösser ausfallen wird als die des :weiten.[1]) Uebereinstimmende Thatsachen sind ferner, dass lem Diamant unter den verschiedenen Formen, in denen ler Kohlenstoff bekannt ist, das kleinste specifische Volumen ınd die geringste Verbrennungswärme zukommt, dass der crystallisirte Schwefel ein kleineres Volumen und eine ge-ingere Verbrennungswärme hat als der amorphe, dass bei ler isomeren Umwandlung des amorphen Siliciums in kry-tallisirtes Wärme frei wird u. s. w.

Damit soll nicht gesagt sein, dass der krystallisirte Zu-tand immer das kleinere Volumen und die kleinere Menge von gebundener Wärme darstelle. Es soll nur die Abhängigkeit der beiden Erscheinungen von einander gezeigt werden. Ebenso gut kann die amorphe Substanz, wenn sie krystallisirt, ihr Volumen und ihre Spannkraft vermehren. — Nicht anders wird es sich verhalten, wenn die nämliche Substanz in zwei verschiedenen Systemen krystallisirt. Alle Analogie weist darauf hin, dass auch in diesem Falle Aenderung des Volumens und der gebundenen Wärme im gleichen Sinne erfolgen, und dass etwa an eine spezifische Wirkung des Krystallsystems auf die Wärmetönung, ohne dass dieselbe eine entsprechende Aenderung des spezifischen Gewichtes zur Folge hätte, mit einiger Wahrscheinlichkeit nicht gedacht werden darf.

Was das Krystallwasser betrifft, so ist es wohl eine ausnahmslose Erscheinung, dass bei der Krystallisation die Verbindung sammt dem eintretenden Wasser sich unter Wärmeabgabe verdichtet. Diese Volumenabnahme beträgt bei verschiedenen unorganischen Salzen 12 bis 21 Proz. Sie muss auch bei der Krystallisation des Traubenzuckers eintreten. Wenn daher der letztere ein um 6 bis 7 Proz.

1) Diese Annahme wird auch durch den Umstand unterstützt, dass die Wärmecapacität des amorphen Rohrzuckers grösser ist als die des krystallisirten.

grösseres Volumen einnimmt als die äquivalente Menge von Rohrzucker + Wasser, so muss der Unterschied im Volumen zwischen wasserfreiem Traubenzucker und der entsprechenden Menge von Rohrzucker + Wasser noch beträchtlich grösser sein, und dürfte nach Analogie der wasserfreien und wasserhaltigen krystallisirten Salze nicht weniger als 12, wahrscheinlich aber 13 Proz. betragen, woraus um so sicherer auf eine grössere Menge von gebundener Wärme im Traubenzucker gegenüber dem Rohrzucker geschlossen werden darf.

Kunkel macht ferner gegen meine Theorie einen ganz allgemeinen Einwurf, mit dem er ihre physikalische Unhaltbarkeit darzuthun sucht. Da die Stelle nicht ganz klar ist, muss ich sie wörtlich anführen. Er sagt, nach meiner Ansicht wirke das Ferment als Contactsubstanz und „vermittle bloss die Uebertragung von Kraft; — es verwandle die freie Wärme des Mediums, in dem es sich befindet, in Bewegung seiner Molecüle und ihrer Theile und theile diese Spannkraft[1]) wieder den Molecülen der zu zerlegenden Verbindung mit" (dies sind meine eigenen Worte). Dann fährt er fort: „Nach dieser Definition wären die Fermente im Stande, durch ihre blosse Gegenwart freie

1) Kunkel beanstandet diesen Ausdruck mit (?). Es scheint ihm der Gedanke vorgeschwebt zu haben, eine Bewegung der Molecüle und ihrer Theile könne doch keine Spannkraft sein. Bekanntlich aber versteht man unter Spannkraft eines Körpers oder eines materiellen Systems, drei ihrer Natur nach wesentlich verschiedene Dinge, die jedoch wegen ihrer gleichartigen Wirkung unter den gleichen allgemeinen Begriff der Spannkraft zusammengefasst und der lebendigen Kraft gegenüber gestellt werden, 1) die anziehenden und abstossenden Kräfte, die zwischen dem Körper und andern Körpern bestehen, 2) die Spannungszustände seiner Theile und 3) die Bewegungszustände seiner Theile. Und gerade das Letztere bezeichnet man häufig als Spannkraft, wie z. B. die Spannkraft der Dämpfe beweist, welche ausschliesslich durch die Bewegung der Gasmolecüle zu Stande kommt. Die lebendige Kraft eines Theils stellt immer ein Moment in der Spannkraft des Ganzen dar.

Digitized by Google

Wärme in potentielle Energie zu verwandeln, und da eine bestimmte Fermentmenge eine geradezu unbegrenzte Wirkung ausübt, so hätten wir darnach im Fermente ein Mittel, in einer Lösung von etwa 30° C. (ohne Zuhilfenahme von Licht oder sonst einem entsprechenden mechanischen Aequivalent) freie Wärme in unbegrenzter Weise in Spannkraft zu verwandeln. Eine solche Auffassung widerspricht aber aller Erfahrung, die man über Energieänderung besitzt."

Ich weiss nicht recht, worin der Schwerpunkt dieser Kritik liegen und gegen welches physikalische Gesetz ich mich vergangen haben soll. Es möchte ja fast scheinen, als ob ich mich eines neuen Perpetuum mobile schuldig gemacht hätte. Daran ist so viel richtig, dass ich, wie aus meiner Darstellung klar hervorgeht, das katalytisch wirkende Molekül als eine kleine Maschine betrachte, welche von der umgebenden freien Wärme gleichsam geladen wird und ihre Kraft an die zu zerlegende Substanz abgiebt. Wenn daraus die Möglichkeit einer unbegrenzten Kraftübertragung gefolgert wird, so ist dies für die gleichen Voraussetzungen unbestreitbar. Wenn ein Gewehr immer wieder geladen wird, kann man es, so lange es sich nicht abnützt, immer wieder abschiessen; — und da ein Molekül von Schwefelsäure oder von Diastase, Pepsin u. dgl. sich nicht abnützt, so kann es auf unbegrenzte Dauer immer wieder in den wirkungsfähigen Zustand versetzt werden. Das hat aber die Fermentwirkung mit jeder physikalischen oder chemischen Aktion gemein, indem ein Vorgang, der einmal möglich ist, unter den gleichen Bedingungen immer von Neuem möglich ist.

Es wäre also noch die Frage, ob freie Wärme, ohne Zuhülfenahme von Licht oder einem andern mechanischen Aequivalent, in Spannkraft verwandelt werden kann, und hiefür giebt es ja eine Menge von Beispielen. Man denke an die Verdunstung, bei welcher Wärme in Spannkraft

der Dämpfe übergeht, — an jede Temperaturerhöhung eines Körpers, bei welcher freie Wärme gebunden wird (spezifische Wärme, Wärmecapacität), — an die Zersetzung durch erhöhte Temperatur, wobei freie Wärme zu chemischer Spannkraft wird, — so wie an alle andern Leistungen der Wärme. Ich könnte selbst die Vegetation der Pilze anführen, welche in vollständiger Dunkelheit leben und dabei von nicht gärfähigen Verbindungen (im natürlichen Zustande von humussaurem Ammoniak, bei künstlichen Versuchen von essigsaurem Ammoniak) sich nähren können, wobei jedenfalls die Bewegung, welche die freie Wärme verursacht, einen Theil der Arbeit übernimmt.

Fast möchte man glauben, dass der Kritik undeutlich das unter dem Namen der Entropie bekannte Gesetz der mechanischen Wärmetheorie vorgeschwebt hat, wonach die freie Wärme nie vollständig in mechanische Spannkraft zurückverwandelt werden kann. Selbstverständlich findet dieses Gesetz keine Anwendung auf den vorliegenden Fall, bei dem nur ein kleiner Theil der verfügbaren freien Wärme gebunden wird.

Nachdem Kunkel durch die bis jetzt besprochenen Ausstellungen gezeigt zu haben glaubt, dass meine Theorie von den Fermentwirkungen auf schwachen Füssen stehe, will er dieselbe durch Resultate eigener Versuche direkt widerlegen. Er versetzte Rohrzuckerlösungen mit aus Bierhefe gewonnenem Ferment, ferner mit Schwefelsäure, und beobachtete eine während der Invertirung eintretende Temperaturerhöhung, in Uebereinstimmung mit einer früheren Angabe von Graham, Hofmann und Redwood, dass in einer Rohrzuckerlösung vor dem Eintritt der Gärung eine vorübergehende deutliche Erhöhung des spezifischen Gewichtes stattfinde.

Diese zwar vorauszusehende, aber immerhin sehr dankenswerthe Beobachtung, dass eine sich invertirende

Digitized by Google

Rohrzuckerlösung Wärme entwickelt,[1]) hat mich zu der gegenwärtigen Erwiderung veranlasst, weil die scheinbare Widerlegung meiner Theorie durch eine Thatsache ohne genauere Berücksichtigung der mitwirkenden Ursachen leicht für eine begründete gehalten werden möchte.

Dass eine invertirende Rohrzuckerlösung sich verdichte und erwärme, liess sich zum Voraus mit grösster Wahrscheinlichkeit aus einer Vergleichung des spezifischen Gewichtes von Rohr- und Traubenzuckerlösungen erwarten.

---

1) Ich betrachte dies als Thatsache, weil schon die Verdichtung der Lösung eine Steigerung der Temperatur verlangt, während der experimentelle Beweis wegen eines schwachen Punktes nicht ohne Weiteres als vollgültig erscheint. Um zu zeigen, dass die Temperaturerhöhung nicht etwa auf allenfallsige Contraction beim Mischen der beiden Flüssigkeiten zurückzuführen sei, stellte Kunkel einen Kontrolversuch an, bei welchem die Schwefelsäure, statt mit Zuckerlösung, mit Wasser vermischt wurde.

Die Mischung von Schwefelsäure und Wasser ergab eine sofortige Temperaturerhöhung um mehr als 2° und dann eine 5 Minuten dauernde allmälige Abnahme der Temperatur. Wenn ein in gleicher Weise angestellter und damit zu vergleichender Versuch bei der Mischung von Schwefelsäure und Zuckerlösung ebenfalls eine sofortige Erwärmung und dann eine viel langsamere Abkühlung ergeben hätte, so könnte man mit grosser Wahrscheinlichkeit diese langsamere Abkühlung auf Rechnung einer vorhandenen Wärmequelle setzen. Nun aber trat beim Vermischen von Zuckerlösung und Säure nicht, wie man erwarten möchte, eine Erhöhung, sondern eine geringe Erniedrigung der Temperatur (um 0,07° C) ein; die Anfangstemperatur wurde nach 2 Minuten erreicht. Die Wärme stieg dann noch während 2 folgenden Minuten (im Maximum 0,09° C über die Anfangstemperatur) und verminderte sich nachher während 6—7 Minuten ganz allmälig.

Dieses auffallende Versuchsergebniss, namentlich das Ausbleiben einer anfänglichen Erwärmung hätte eine Klarlegung verdient, um den naheliegenden Einwurf zu entkräften, die Ursache der Verschiedenheit zwischen Zuckerlösung und Wasser bezüglich der Wärmetönung beruhe darin, dass die erstere sich langsamer mit Schwefelsäure vermische und die freie Wärme langsamer abgebe, als das letztere. Ich zweifle nicht daran, dass ein solcher Einwurf sich experimentell beseitigen liesse.

Digitized by Google

Dieselben besitzen nämlich, nahezu das gleiche spezifische Gewicht, wenn gleiche Gewichtsmengen von Rohrzucker und von wasserfreiem Traubenzucker in Wasser gelöst sind. Vergleicht man aber, was für die vorliegende Frage allein zulässig ist, äquivalente Mengen mit einander, so besitzt die Traubenzuckerlösung wenigstens bis zu einem bestimmten Prozentgehalt stets eine grössere Dichtigkeit. In der folgenden Tabelle habe ich einige zur Vergleichung berechnete Werthe zusammengestellt; sie gründen sich auf die von Pohl für die beiden Zuckerarten gefundenen Werthe.

Rohrzucker		Traubenzucker	
Prozente an Zucker	Dichtigkeit der Lösung	Prozente an Zucker	Dichtigkeit der Lösung
2	1,0080	2,10526	1,00855
5	1,0201	5,26316	1,02099
10	1,0405	10,52632	1,04255
15	1,0616	15,78947	1,06464
20	1,0838	21,05263	1,08719
25	1,1068	26,31579	1,10701

Die dritte Verticalcolumne enthält die Mengen von wasserfreiem Traubenzucker, welche den Rohrzuckermengen der ersten Verticalcolumne entsprechen. Die Differenzen der Lösungsdichtigkeit steigen bis zu einem Gehalt von 20 Proz. Rohrzucker, und nehmen bei einem Gehalt von 25 Proz. Rohrzucker sehr stark ab. Wenn dies nicht etwa, was aber sehr unwahrscheinlich ist, von fehlerhafter Angabe der betreffenden Zahlen des spezifischen Gewichtes herrührt, so dürfte bei noch grösserer Concentration der Lösung der Dichtigkeitsunterschied bald verschwinden und dann das entgegengesetzte Vorzeichen annehmen, so dass also eine 30 oder 35 prozentige Rohrzuckerlösung ein grösseres spezifisches Gewicht hätte als die entsprechende Traubenzuckerlösung. Diese Umkehrung würde sich leicht begreifen, da die Traubenzuckerlösung mit den entsprechenden Prozent-

Digitized by Google

gehalten bereits dem Sättigungspunkt entgegengeht, während die Rohrzuckerlösung noch weit davon entfernt ist.

Lösungen von Traubenzucker, die nicht über 26 Proz. wasserfreier Substanz enthalten, besitzen also ein grösseres spezifisches Gewicht als die äquivalenten Rohrzuckerlösungen, und wenn die letzteren in die ersteren übergehen könnten, so müsste in Folge der eintretenden Verdichtung Wärme frei werden. In Wirklichkeit geht bei der Invertirung nur die Hälfte Rohrzucker in Traubenzucker, die andere Hälfte in Levulose über. Ich habe als wahrscheinlich angenommen, dass die beiden Hälften des Invertzuckers in ihren physikalischen Eigenschaften sich ähnlich, wenigstens nicht sehr ungleich verhalten. Diese Annahme findet nun wenigstens in einem Punkte experimentelle Bestätigung, indem der Uebergang von Rohrzucker in Invertzucker sich bezüglich der Dichtigkeit der Lösung und der Wärmetönung so verhält, wie sich der Uebergang von Rohrzucker in Traubenzucker verhalten würde.

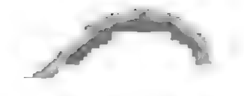
In welcher Beziehung steht nun aber die Thatsache, dass eine Rohrzuckerlösung bei der Invertirung sich verdichtet und erwärmt, zu meiner Annahme, dass durch die Fermentwirkung Wärme von der Substanz aufgenommen und Produkte mit grösserer Spannkraft gebildet werden? Auf den ersten Anlauf möchte es scheinen, dass der Invertzucker weniger gebundene Wärme enthalten müsse als der Rohrzucker und dass somit Kunkel berechtigt sei, jene Annahme als direkt widerlegt zu erklären. Bei sorgfältigerer Prüfung überzeugt man sich aber leicht, dass das Auftreten freier Wärme in einer invertirenden Rohrzuckerlösung die vorliegende Frage gar nicht entscheidet. Es sind nämlich gleichzeitig zwei Processe thätig, welche beide auf die Aenderung des spezifischen Gewichtes und auf die Wärmetönung Einfluss haben und die entweder im gleichen oder im entgegengesetzten Sinne wirken, nämlich 1) die chemische Umsetzung

von Rohrzucker in Invertzucker und 2) die dadurch bedingte Veränderung in der Dichtigkeit der Lösung.

Bezeichnen wir die bei der Umwandlung von Rohrzucker in Invertzucker frei werdende oder aufgenommene Wärmemenge mit $\pm V$ und die bei der stattfindenden Verdichtung der Lösung freiwerdende Wärme mit $+ W$, so wird die gesammte Wärmetönung ausgedrückt durch $W \pm V$. Dieser Ausdruck ist positiv; denn es wird die Temperatur der Flüssigkeit erhöht. Aber daraus ergiebt sich nichts für die Beantwortung der Frage, ob V positiv oder negativ sei; es beweist bloss für den Fall des negativen Vorzeichens, dass $W > V$ ist.

Nach den früheren Erörterungen über das Verhältniss zwischen dem Volumen des Rohrzuckers und einer äquivalenten Menge von Traubenzucker findet bei der Invertirung, immer unter der Voraussetzung, dass sich Invertzucker ähnlich verhalte wie Traubenzucker, folgender Vorgang statt. Das Volumen einer Zuckerlösung lässt sich als die Summe von dem Volumen des gelösten Zuckers und dem Volumen des (verdichteten) Wassers denken. Wird nun in einer bestimmten Rohrzuckerlösung das Volumen des Zuckers mit S und dasjenige des Lösungsmittels mit A und in der daraus entstehenden Invertzuckerlösung das Volumen des Zuckers mit D und dasjenige des Lösungsmittels mit A_1 bezeichnet, so verhält sich das Volumen der Lösung vor und nach der Invertirung wie $S + A : D + A_1$. Indem S zu D wird, nimmt es zu: dagegen besteht der Uebergang von A zu A_1 in einer Verminderung und zwar ist diese Volumenverminderung beträchtlicher als es die Verdichtung der ganzen Lösung angiebt, weil der gelöste Körper nach der Invertirung einen grössern Raum in Anspruch nimmt. Die Umwandlung von S in D bedingt eine Aufnahme, die Umwandlung von A in A_1 eine Abgabe von freier Wärme.

Ich theile noch die numerischen Werthe der eben ge-



Digitized by Google

nannten Grössen mit, wie sie sich für die Invertirung einer 5 und 10 prozentigen Rohrzuckerlösung ergeben; die Werthe für das Volumen des wasserfreien Traubenzuckers, dessen spezifisches Gewicht unbekannt ist, wurden aus dem Volumen des krystallisirten Traubenzuckers durch muthmassliche Berechnung gewonnen.

	Rohrzuckerlösung ($C_{12}H_{22}O_{11}$)			Traubenzuckerlösung ($C_6H_{12}O_6$)		
	Spezifisches Volumen	S	A	Spezifisches Volumen	D	A_1
5 Proz.	0,98030	0,03113	0,94917	0,97944	0,03801	0,94143
10 —	0,96108	0,06227	0,89881	0,95919	0,07601	0,88318

Indessen ist es Kunkel nicht entgangen, dass mit der von ihm nachgewiesenen Temperaturerhöhung einer invertirenden Zuckerlösung das letzte Wort nicht gesprochen sei. Sie liefere, sagt er, keinen vollgültigen Beweis, weil wir die Lösungswärmen des Rohr- und Invertzuckers nicht kennten und weil wir nicht wüssten, ob die eine oder beide Zuckerarten bei der Lösung höhere Hydrate bilden. — Zur Wahrung der Richtigkeit meiner bisherigen Auseinandersetzung muss ich diese beiden Gründe als unzutreffend zurückweisen. Wenn wir auch die Lösungswärmen genau kennten, so könnten wir sie doch nicht brauchen, weil jede Lösungswärme aus zwei entgegengesetzten Wärmetönungen besteht, einer Wärmeaufnahme, wodurch die Moleküle des Körpers sich von einander trennen und in Bewegung gerathen, und einer Wärmeabgabe, welche die Folge der Verdichtung des Lösungsmittels ist, — und ihre Kenntniss wäre überflüssig, weil bei der Invertirung einer Zuckerlösung der erstere Wärmetönungsprozess ganz wegfällt, indem ja bloss eine Lösung sich in eine andere umwandelt.

Wenn wir ferner auch genau wüssten, ob und wie viel Wassermoleküle sich in der Lösung mit einem Molekül der verschiedenen Zuckerarten als „Hydrat“ (oder zur Hydropleonbildung, wie ich diese Art der Hydratisirung genannt habe) vereinigen, so wären wir desshalb bezüglich der vor-

Digitized by Google

liegenden Frage um nichts klüger, schon desswegen weil die auf ein Molekül „Hydratwasser" frei werdende Wärme unmöglich bestimmt werden könnte. Bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft lässt sich die Gesammtwärmetönung bei der Invertirung des Zuckers bloss als Summe oder Differenz von zwei Wärmetönungen nachweisen, von denen die eine (die Wärmetönung bei der chemischen Umsetzung) aus der Differenz der Verbrennungswärmen sich unmittelbar ergiebt, die andere (die Wärmetönung bei der Aenderung der Lösungsdichtigkeit) aus dem Unterschied zwischen der genannten Differenz und der Gesammtwärmetönung ermittelt wird; die Hydratbildung ist als ein integrirendes Moment in der letzteren inbegriffen.

Bei der Umwandlung von Dextrin in Zucker, welche Kunkel noch anführt, sind nach meiner Ansicht eigentlich 6 verschiedene Prozesse zu unterscheiden, von denen jeder einen Beitrag zu der gesammten Veränderung der Lösungsdichtigkeit und der gesammten Wärmetönung liefert: 1) Das Zerfallen der wenig beweglichen Micelle in die einzelnen leichter beweglichen Moleküle (ähnlich wie bei der Lösung von kleinen Krystallen), 2) der Uebergang der Dichtigkeit des Wassers aus der Micellarlösung in die Molekularlösungen, 3) die chemische Umwandlung der Dextrinmoleküle in Maltosemoleküle, 4) die Aenderung der Dichtigkeit des Wassers aus der molekularen Dextrinlösung in die Maltoselösung, 5) die chemische Umsetzung der Maltosemoleküle in Dextrosemoleküle und 6) die Dichtigkeitsänderung des Wassers beim Uebergang der Maltoselösung in die Dextroselösung. Von diesen 6 Prozessen werden 1, 3 und 5 Volumenzunahme und Wärmebindung, 2, 4 und 6 dagegen Verdichtung und Wärmeabgabe bedingen und das Gesammtresultat ist wahrscheinlich Temperaturerniedrigung der Lösung.[1])

1) Wenn auch die Unterscheidung von 6 verschiedenen Prozessen theoretisch richtig ist, so dürfte es praktisch zweckmässiger sein, sie

Digitized by Google

Als Resultat der ganzen Betrachtung ergiebt sich, dass der Satz, die Fermentwirkung bilde Produkte von höherer potentieller Energie, noch eben so wahrscheinlich ist als vordem. Er beruht auf der Annahme, dass der gesammte Invertzucker ähnliche Eigenschaften besitze wie der Traubenzucker allein, und diese Annahme hat durch die Beobachtung Kunkel's über die Temperaturerhöhung einer invertirenden Rohrzuckerlösung eine neue Stütze gewonnen, indem sie zeigt, dass auch in dieser Beziehung der Invertzucker sich so verhält, wie man es von dem blossen Traubenzucker erwarten müsste.

Es genügt nicht im Allgemeinen zu sagen, dass Dextrose und Levulose verschieden seien und dass man daher nicht die eine an die Stelle der andern setzen dürfte. Man muss vielmehr erwägen, in wiefern und in welchem Umfange die Eigenschaften der beiden Verbindungen übereinstimmen, und man muss sich namentlich vergegenwärtigen, welche Consequenzen rücksichtlich dieses Verhältnisses aus der einen und andern Theorie über die Fermentwirkung sich ergeben. Wie ich bereits angeführt habe, nimmt der wasserfreie Traubenzucker (nach der Analogie der krystallwasserführenden und wasserfreien Salze zu schliessen) ein um 12 bis 13 Proz. grösseres Volumen ein, als der Rohrzucker sammt der zugehörigen Wassermenge ($C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O$), und muss demnach auch eine entsprechend grössere Menge von gebundener Wärme enthalten. Würde nun der Invertzucker weniger latente Wärme besitzen als der Rohrzucker, so müsste die eine Hälfte desselben den Ueberschuss der andern mehr als conpensiren; die Levulose müsste an Volumen und an Spannkraft dem Rohrzucker um einen grösseren Be-

in 3 zusammenzufassen: 1) das Zerfallen der Micelle in die einzelnen Moleküle, 2) die chemische Umwandlung vom Dextrin bis zur Dextrose, 3) der Uebergang von der Dichtigkeit der anfänglichen micellaren Dextrinlösung zur schliesslichen Dichtigkeit der Dextroselösung.

Digitized by Google

trag nachstehen als die Dextrose ihm voraus ist, und es ergäbe sich zwischen Levulose und Dextrose ein so grosser Unterschied, wie er wohl ganz undenkbar ist. Enthält aber der Invertzucker mehr latente Wärme als der Rohrzucker, so bleibt noch hinreichender Raum für die Verschiedenheit seiner beider Componenten, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Levulose etwas weniger Spannkraft zukommt als der Dextrose und dass sie die etwas festere Verbindung darstellt, wie sie auch schwieriger vergärt.

Wenn aus chemischen und physikalischen Gründen dem Invertzucker im Vergleich mit dem Rohrzucker eine grössere Menge von gebundener Wärme zugeschrieben werden muss, so sprechen physiologische Erwägungen nicht minder zu Gunsten dieser Annahme. Jedenfalls ist, wie wir aus vielfachen Beispielen erkennen, diejenige Verbindung geeigneter für den Assimilationsprozess, welche unter übrigens gleichen Umständen mehr Spannkraft enthält. Würde nun der Rohrzucker bei der Invertirung Wärme abgeben, so müsste man annehmen, dass die Schimmelpilze ein Ferment bilden und ausscheiden, welches die ihnen zu Gebot stehende Nährverbindung, ehe sie dieselbe aufnehmen, in einen für den Lebenschemismus weniger günstigen Zustand überführe, — eine Annahme, die bei der grossen Zweckmässigkeit aller organischen Einrichtungen gewiss sehr unwahrscheinlich ist.

Ueber die vorliegende in physiologischer und chemischer Beziehung wichtige Frage werden wir übrigens erst dann volle Gewissheit erlangen, wenn die Verbrennungswärmen von Rohrzucker, Dextrose und Levulose genau ermittelt sind, wobei es sehr wünschbar wäre, wenn auch die Kenntniss anderer diese Verbindungen betreffenden Constanten vervollständigt würde.

Digitized by Google

Sitzung vom 7. Februar 1880.

Herr F. Klein legte vor:

„Ueber Relationen zwischen Klassenzahlen binärer quadratischer Formen von negativer Determinante" von J. Gierster in Bamberg.

Die 8 Kronecker'schen Relationen zwischen gewissen Klassenzahlen quadratischer Formen von negativer Determinante sind bekanntlich aus den gewöhnlichen Modulargleichungen durch Resultantenbildung gewonnen worden.[1]) In gleichem Sinne untersuchte ich schon früher die von F. Klein aufgestellten Modulargleichungen der regulären Körper[2]) und teilte insbesondere die Ikosaëderresultate in

1) Betreffs dieser Relationen vergl. man folgende Literatur:

Kronecker: Crelle's Journal Bd. 57 pag. 248 ff. und Berliner Monatsberichte von 1857, 1862, 1875.

Hermite: Sur la théorie des fonctions elliptiques et ses applications à l'arithmétique in den Comptes Rendus Bd. 55 (1862). Vergl. auch den Briefwechsel zwischen Liouville und Hermite ebenda Bd. 53 (1861.)

Joubert: Sur la théorie des fonctions elliptiques et son application à la théorie des nombres in den Comptes Rendus Bd. 50

Stephen Smith: Report of the British Association 1865 Bd. 35.

2) Mathem. Annalen Bd. 14 pag. 123.

Digitized by Google

den Göttinger Nachrichten vom 4. Juni 1879 mit. Ich habe mich neuerdings in analoger Weise mit den unendlich vielen Formen der Modulargleichungen beschäftigt, welche nach der kürzlich von F. Klein dargelegten allgemeinen Theorie der elliptischen Modulfunctionen[1]) existieren und möchte im folgenden einige bisher von mir erhaltene Resultate mitteilen.

Ich muss dabei hervorheben, dass ich zu diesen neuen Untersuchungen, wie zu meinen früheren durch Herrn F. Klein veranlasst und bei der Ausführung in mannigfacher Weise unterstützt worden bin.

Die Tendenz der neuen Untersuchungen kann folgendermassen bezeichnet werden: Es gilt, bei den Modularcorrespondenzen m^{ter} Stufe die Anzahl der „Coincidenzen" in doppelter Weise abzuzählen, nämlich einmal auf arithmetischem, dann auf algebraischem Wege. Auf arithmetischem Wege erhält man dabei stets eine Summe von Klassenanzahlen; setzt man dann die beiderlei Resultate einander gleich, so hat man, was ich als eine Klassenzahlrelation der m^{ten} Stufe bezeichne, und solcher Klassenzahlrelationen gibt es, den verschiedenen Werten von m entsprechend, unendlich viele. —

Die hiemit bezeichnete Aufgabe ist nun bis jetzt von mir nur teilweise durchgeführt worden.

Die arithmetische Abzählung, welche die linken Seiten unserer Relationen liefert, bietet, auch bei allgemeinstem Ansatze, keinerlei principielle Schwierigkeit. Ich habe die betr. Resultate für eine beliebige Primzahlstufe im I. Abschnitte dieser Note explicite angegeben.

---

1) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu München vom 6. Dezember 1879. Viel ausführlicher in der Vorlesung: Ueber elliptische Modulfunctionen, Sommer 1879.

Digitized by Google

Hingegen ist eine allgemeine algebraische Abzählung, welche die rechten Seiten der Klassenzahlrelationen der m^{ten} Stufe ergibt, vorerst noch zu ferne liegend. Die Hauptschwierigkeit liegt hier offenbar in der Lösung der Aufgabe, die Modularcorrespondenzen der m^{ten} Stufe auf der Curve des Geschlechtes p nach einer allgemeinen auf alle Transformationsgrade passenden Methode durch allgebraische Gleichungen zu definieren. Verhältnissmässig einfach aber gestaltet sich diese Abzählung noch, wenn die betrachteten Congruenz-Moduln Hauptmoduln im Sinne von pag. 92 sind.[1]) Für sie ist nämlich $p = o$ und man hat es mit Modulargleichungen schlechthin, nicht aber mit Modularcorrespondenzen zu thun. Ich habe mich bei Untersuchung der rechten Seiten bisher ausschliesslich mit solchen Hauptmoduln beschäftigt. Sie allein schliessen schon eine grosse Menge der genannten Klassenzahlrelationen in sich ein. Insbesondere enthalten sie auch die 8 Kronecker'schen Formeln, welche nach der hier gemachten Einteilung als Formeln 2., 4., 8., 16. Stufe erscheinen.

Was an diesen Formeln besonders bemerkenswert erscheint, ist der Umstand, dass ihre rechten Seiten sämtlich sich durch höchsteinfache apriori angebbare Teilersummen darstellen lassen, dass sie also durchgehends mit den 8 Kronecker'schen Relationen in Bezug auf ihren einfachen arithmetischen Aufbau auf gleicher Stufe stehen. Indess habe ich von einer Aufzählung aller dieser letztbezeichneten Resultate abgesehen und mich im II. Abschnitt der Note darauf beschränkt, die Gesamtergebnisse zu bezeichnen, welche mit den genannten Mitteln für die siebente Stufe gewonnen werden.

---

1) Blosse Citate auf Seitenzahlen beziehen sich immer auf die eingangs citierte Abhandlung von F. Klein in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften zu München.

Digitized by Google

I. Die linken Seiten für beliebige Primzahlstufen.

Die folgenden Erörterungen beziehen sich auf ein vollständiges System ausgezeichneter Congruenz-Moduln der m^{ten} Stufe, wo m eine Primzahl > 2 sein soll. Dieses Modulsystem soll weiterhin nach pag. 93 so gewählt sein, dass es für verschiedene Werte ω und ω' dann und nur dann dasselbe Wertsystem $M'_1, M'_2, \ldots$ aufweist, wenn ω und ω' auseinander durch ganzzahlige Substitutionen $\begin{vmatrix}\alpha & \beta\\ \gamma & \delta\end{vmatrix} \equiv \begin{vmatrix}1 & 0\\ 0 & 1\end{vmatrix}$ mod. q von der Determinante $\alpha\delta - \beta\gamma = 1$ hervorgehen, dass sie hingegen für Substitutionen $\begin{vmatrix}\alpha & \beta\\ \gamma & \delta\end{vmatrix}$, welche mod. q nicht zur Identität congruent sind, sich linear transformieren.

Die Gruppe dieser linearen Transformationen besteht bei den hier gemachten Einschränkungen, wie bekannt, aus $\frac{q(q^2-1)}{2}$ Substitutionen.

Ich muss nun zunächst die F. Klein'schen Resultate, welche diese Modulsysteme betreffen, nach 2 Richtungen hin weiter ausführen.

1) Neben die von F. Klein genannte Modularcorrespondenz der q^{ten} Stufe stellen sich noch $q \cdot \frac{q^2-1}{2} - 1$ weitere, welche alle aus jener dadurch hervorgehen, dass man das ursprüngliche Modulsystem $M, M_1, M_2, \ldots$ fest lässt, hingegen das transformierte M', M'_1, M'_2 den eben genannten $\frac{q(q^2-1)}{2}$ Substitutionen (von den Identität abgesehen) unterwirft. Arithmetisch gelangt man zu denselben nach pag. 95 dadurch, dass man in $M(\omega), M_1(\omega), \ldots$ an Stelle von ω $\omega' = \frac{1}{n}\,\frac{\alpha\omega+\beta}{\gamma\omega+\delta}$ setzt und $M(\omega'), M_1(\omega'), \ldots$ beziehungsweise mit $M'(\omega), M_1'(\omega) \ldots$ bezeichnet. Hiebei

Digitized by Google

bedeutet $\begin{vmatrix}\alpha\beta\\ \gamma\delta\end{vmatrix}$ irgend eine ganzzahlige Substitution von der Determinante 1 und alle derartigen Substitutionen $\begin{vmatrix}\alpha'\beta'\\ \gamma'\delta'\end{vmatrix}$, welche mod. q zu $\begin{vmatrix}\alpha\beta\\ \gamma\delta\end{vmatrix}$ congruent sind, liefern dieselbe Modularcorrespondenz. Dem entsprechend will ich die einzelne Correspondenz im folgenden kurz durch

$$\omega' = \frac{1}{n}\,\frac{\alpha\,\omega + \beta}{\gamma\,\omega + \delta}$$

bezeichnen.

Nach pag. 99 geht ferner jede dieser Correspondenzen durch $\frac{q\,(q^2-1)}{2}$ simultane Substitutionen der beiden Modulsysteme M, M' in sich über und wenn insbesondere der Transformationsgrad n quadratischer Rest mod. q ist, so gibt es eine Correspondenz, für welche diese simultanen Substitutionen **cogredient** (d. h. unter sich identisch) sind.

2) Auch für Transformationsgrade n, welche zu q nicht relativ prim sind, existieren in gewissem Sinne Modulargleichungen, bez. Modularcorrespondenzen, nämlich algebraische Relationen zwischen den gegebenen und den transformierten Moduln.

Ich begnüge mich hinsichtlich dieser Gleichungen, die als besonderen Fall die gewöhnlich sogenannten Modulargleichungen zwischen $\sqrt[4]{\varkappa}$, $\sqrt[4]{\lambda}$ für einen durch 2 teilbaren Transformationsgrad einschliessen, mit einigen wenigen Bemerkungen, die für das Folgende nötig sind.

Der Grad dieser Gleichungen für die Transformation n^{ter} Ordnung ist in den einzelnen Variablen durch $n.\,\Pi'\left(1+\frac{1}{r}\right)$ dargestellt. Hiebei erstreckt sich das Produkt Π' über alle verschiedenen in n enthaltenen Primzahlen r mit Ausnahme von q. Ferner bleiben diese Correspondenzen bei $\frac{q^2\,(q-1)}{2}$

simultanen Substitutionen der beiden Modulsysteme ungeändert. Da es im ganzen $\frac{q^2(q^2-1)^2}{4}$ derartige Substitutionen gibt, so existieren überhaupt $\frac{(q^2-1)(q+1)}{2}$ Modulargleichungen der gemeinten Art. —

Nunmehr handelt es sich darum, auf zahlentheoretischem Wege die Coincidenzen aller dieser Modularcorrespondenzen abzuzählen d. h. anzugeben, wie oft es vorkommt, dass das ursprünglich gegebene Modulsystem

$$M, M_1, \ldots$$

mit dem transformierten

$$M', M'_1, \ldots$$

übereinstimmt.

Wir wollen der leichteren Ausdrucksweise halber in dem Falle, wo n auch quadratische Teiler ϱ^2 besitzt, welche zu q relativ prim sind, nicht an den im vorhergehenden besprochenen irreduciblen Correspondenzen festhalten,[1]) sondern auch alle jenen irreduciblen Gleichungen zu gleicher Zeit im Auge behalten, welche den Transformationsgraden $\frac{n}{\varrho^2}$ entsprechen. Ist n ein reines Quadrat, so hat man noch eine gewisse Verabredung, die Transformation 1. Ordnung betreffend, hinzuzufügen.

Verstehen wir jetzt mit Kronecker unter H (n) die Anzahl aller Klassen quadratischer Formen $Px^2+Qxy+Ry^2$ von der negativen Determinante

$$Q^2 - 4PR = -n,$$

wobei jedoch die Formenklassen $Px^2+Pxy+Py^2$ und

---

1) Hält man an den irreduciblen Gleichungen fest, so sind alle quadratischen Formen $Px^2+Qxy+Ry^2$, für welche P, Q, R mit n einen Teiler gemeinsam haben, bei Berechnung der Klassenzahlen auszuschliessen. Vergl. Joubert, die citierte Abhandlung.

Digitized by Google

$Px^2 + Py^2$ beziehungsweise als $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$ gezählt werden und $H(o) = -\frac{1}{12}$ gesetzt wird, so ist die Anzahl der für die Correspondenz

$$\omega' = \frac{1}{n} \frac{\alpha\omega + \beta}{\gamma\omega + \delta}$$

entstehenden Coincidenzen im allgemeinen durch:

$$g \Sigma H (4n - l_1^2)$$

dargestellt. Hier bedeutet g eine ganze Zahl, welche ich das Gewicht nenne, und l_1 beschreibt die sämmtlichen positiven und negativen ganzen Zahlen, eventuell auch o, welche $\equiv \pm i \equiv \pm(\delta n + \alpha)$ mod. q sind und für welche

$$\Delta = 4n - l_1^2$$

nicht negativ wird. Das Gewicht g[1]), welches als Multiplicator der Klassenzahlsumme auftritt, ist gleich der Anzahl derjenigen linearen Transformationen der betrachteten Modularcorrespondenzen in sich, welche zu gleicher Zeit die Gleichungen:

$$M : M_1 : M_2 : \ldots = M' : M'_1 : M'_2 : \ldots$$

in sich überführen und jeder der aufgezählten Klassen quadratischer Formen entspricht ein Cyclus von solchen Coincidenzen, welche durch die g bezeichneten Substitutionen in einander übergehen.

Dieses allgemeine Verhalten bedarf nur in einigen speciellen Fällen, welche sich auf die Determinante $\Delta = 4n - l_1^2 \equiv o$ mod. q beziehen, einer Ergänzung. Sind nämlich die $\frac{q(q^2-1)}{2}$ simultanen Substitutionen der Cor-

1) Diese Auffassung des Gewichtes g verdanke ich Herrn F. Klein.

respondenzen in sich cogredient, — ein Fall, der, wie oben geschildert, nur eintritt, wenn der Transformationsgrad n quadratischer Rest mod. q ist, — so ist die Anzahl der Coincidenzen durch:

$$\frac{q\,(q^2-1)}{2}\ \Sigma H\left(\frac{4\,n-l^2}{q^2}\right)$$

dargestellt, wo l sich über alle jene positiven und negativen Werte hin erstreckt, für welche $4\,n - l^2$ nicht negativ und durch q^2 teilbar ist. Für die übrigen Correspondenzen des Falles $\Delta \equiv o$ mod. q sind dann in den Klassenzahlsummen links jedesmal alle jene Formen ausgeschlossen, für welche

$$P \equiv Q \equiv R \equiv o \text{ mod. } q$$

ist. Ist in diesem Falle $q \equiv 3$ mod. 4, so wird die entstehende Anzahl von Coincidenzen durch

$$\frac{g}{2}\left(\Sigma H\left(4n-l^{2}_{{}_2\sqrt{n}}\right)-\Sigma H\left(\frac{4\,n-l^2}{q^2}\right)\right)$$

$$\text{oder}\quad g\left(\Sigma H\left(4n-l^{2}_{{}_2\sqrt{n}}\right)-\Sigma H\left(\frac{4\,n-l^2}{q^2}\right)\right)$$

dargestellt, je nachdem $n \lessgtr o$ mod. q, oder $n \equiv o$ mod. q ist. Wenn hingegen der Modul $q \equiv 1$ mod. 4 ist, so trennen sich ausserdem noch diejenigen Klassen quadratischer Formen von einander, durch welche quadratische Reste und jene, durch welche quadratische Nichtreste mod. q darstellbar sind, für welche also der Charakter $\left(\frac{P}{q}\right)$ den Wert $+1$, bez. -1 hat. Bezeichnen wir die Anzahl der Klassen erster Art mit $\underset{+1}{H}(n)$, jene der zweiten mit $\underset{-1}{H}(n)$, so sind die bezüglichen Coincidenzzahlen durch

$$g\ \Sigma \underset{+1}{H}\left(4n-l^{2}_{{}_2\sqrt{n}}\right)$$

$$\text{oder}\quad g\ \Sigma \underset{-1}{H}\left(4n-l^{2}_{{}_2\sqrt{n}}\right)$$

Digitized by Google

dargestellt, je nachdem β, γ quadratische Reste oder Nichtreste mod. q sind. — Der Index $2\sqrt{n}$ bedeutet hier eine Zahl, welche, zum Quadrat erhoben, $\equiv 4n$ mod q ist.

Hinsichtlich des Gewichtes g hat man, abgesehen von der cogredienten Correspondenz, folgende Resultate: Im Falle $l_i \gtrless o$ mod. q ist

$$g = \frac{1}{2}\left[q - \left(\frac{-1}{q}\right)\right] \text{ oder } \frac{1}{2}\left[q + \left(\frac{-1}{q}\right)\right]$$

oder $= q$, je nachdem $\varDelta = 4n - l_i^2$ quadratischer Rest, oder Nichtrest oder congruent o mod. q ist. Dabei bedeutet $\left(\frac{-1}{q}\right)$ das Legendre'sche Zeichen, also $+1$ oder -1, je nachdem $q \equiv 1$ oder $\equiv 3$ mod. 4 ist. Ist $l \equiv o$ mod q, so ist g für jeden der bezeichneten Fälle gerade das Doppelte des angegebenen Wertes. Nur eine Ausnahme findet hier ($l \equiv o$ mod. q) statt. Wenn nämlich $\varDelta \equiv o$, $q \equiv 3$ mod 4 und $n \equiv o$ mod. q ist, so wird wieder $g = q$ statt $2q$ sein.

Die Anzahl μ aller Correspondenzen der Transformation n. Ordnung, welche ein und dasselbe g liefern, ist im allgemeinen $\frac{q(q^2-1)}{2g}$ und sie alle besitzen dieselbe Anzahl von Coincidenzen, indem diese nämlich durch ein und dieselbe Klassenzahlsumme dargestellt ist. Sie gehen aus einander hervor, wenn man simultan die beiden Modulsysteme den $\frac{q(q^2-1)}{2}$ cogredienten Substitutionen unterwirft. Nur für den Fall $\varDelta \equiv o$ ist dieses wieder dahin zu ergänzen, dass es für denselben Wert von g (wieder abgesehen von der cogredienten Correspondenz) 2 Arten von Modularcorrespondenzen gibt, sobald $n > o$ mod. q oder gleichzeitig $n \equiv o$ mod. q, $q \equiv 1$ mod. 4 ist.

Von den ausgezeichneten Modulsystemen der q^{ten} Stufe, wie sie bisher vorausgesetzt waren, kann

man nunmehr unmittelbar herabsteigen zu nicht ausgezeichneten Systemen von Congruenz-Moduln N, N_1, N_2 .. derselben Stufe d. h. zu solchen Modulsystemen, welche ausser bei ganzzahligen Substitutionen $\omega' = \frac{\alpha\omega + \beta}{\gamma\omega + \delta} \equiv \begin{vmatrix} 10 \\ 01 \end{vmatrix}$ mod. q auch noch bei anderen solchen Substitutionen der Determinante 1 ungeändert bleiben. Diese Substitutionen sind in jedem speciellen Falle durch gewisse Congruenzen für $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ mod. q definiert. Alle diese Moduln lassen sich nach pag. 92 als rationale Functionen der erst betrachteten ausgezeichneten Moduln der q^{ten} Stufe darstellen und die verschiedenen Wertsysteme des Systems ausgezeichneter Moduln, welche einem festen Wertsysteme des nicht ausgezeichneten Modulsystems entsprechen, gehen aus einander durch gewisse lineare Substitutionen der ersteren hervor, welche eine in der Gesammtheit der $\frac{q(q^2-1)}{2}$ Substitutionen enthaltene Untergruppe bilden. Hieraus ergibt sich sofort, dass das nicht ausgezeichnete Modulsystem für verschiedene Werte ω und ω' nur dann dieselben Werte aufweist, wenn die diesen ω Werten entsprechenden Wertsysteme des ausgezeichneten Modulsystems durch eine Substitution der letztgenannten Untergruppe aus einander hervorgehen. Dem entsprechend treten jetzt linker Hand als Anzahlen von Coincidenzpunkten einfach lineare Combinationen der oben beschriebenen Klassenzahlaggregate auf, die sich in jedem speciellen Falle leicht hinschreiben lassen.

II. Die rechten Seiten für die siebente Stufe.

Von den ausgezeichneten Moduln, wie sie im ersten Abschnitt beschrieben sind, sind nur diejenigen der ersten fünf Stufen Hauptmoduln. Sie liefern die Modulargleich-

Digitized by Google

ungen der regulären Körper d. h. die Modulargleichungen der rationalen Invariante, des Doppelverhältnisses, Tetraeders, Oktaeders und Ikosaeders[1]) und für sie lassen sich daher die rechten Seiten der bezüglichen Klassenzahlrelationen einzeln leicht ermitteln. Dagegen treten für die genannten ausgezeichneten Congruenz-Moduln höherer Stufen bereits Modularcorrespondenzen auf. Es können aber noch vielfach nichtausgezeichnete Moduln der q^{ten} Stufe vorkommen, welche wieder Hauptmoduln sind. Ich möchte mir vorhalten, bei einer nächsten Gelegenheit eine volle Aufzählung dieser Fälle zu geben.

Für die siebente Stufe schreibe ich folgende wesentlich verschiedene Hauptmoduln hin:

1. $$M = \frac{\lambda^2 \mu}{\nu^3}$$

2. $$N = \frac{\lambda\mu + \mu\nu + \nu\lambda}{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2}$$

3. $$\begin{cases} Q_1 = \dfrac{(\lambda + \mu + \nu)\,(\gamma^6 A^2 \lambda + \gamma^3 C^2 \mu + \gamma^5 B^2 \nu)}{(\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2) + \dfrac{-1-\sqrt{-7}}{2}\,(\lambda\mu + \mu\nu + \nu\lambda)} \\ Q_2 = \dfrac{(\lambda + \mu + \nu)\,(\gamma A^2 \lambda + \gamma^4 C^2 \mu + \gamma^2 B^2 \nu)}{\lambda^2 + \mu^2 + \nu^2 + \dfrac{-1+\sqrt{-7}}{2}\,(\lambda\mu + \mu\nu + \nu\lambda)} \end{cases}$$

Aus ihnen setzen sich alle übrigen Hauptmoduln der siebenten Stufe rational zusammen. — Die Bedeutung der Grössen $\lambda, \mu, \nu, \gamma$, A, B, C ist hier dieselbe wie in der F. Klein'schen Abhandlung: Ueber

1) F. Klein: Ueber die Transformation der elliptischen Functionen und die Auflösung der Gleichungen fünften Grades in den Mathem. Annalen Bd. XIV pag. 162.

die Transformation 7. Ordnung der elliptischen Functionen. Mathem. Annalen Bd. XIV (insbes. pag. 440, 444, 445). —

Ausserdem sei bemerkt, dass für Transformationsgrade n ≡ o mod 7 wieder wirkliche Modulargleichungen zwischen λ, μ, ν und λ', μ', ν' stattfinden, indem diese Gleichungen von selbst nur die Grössen $M = \frac{\lambda^2\mu}{\nu^3}$, $M' = \frac{\lambda'^2\mu'}{\nu'^3}$ enthalten.[1] Diese Angabe entspricht dem, dass man die Ikosaedermodulargleichungen für einen durch 5 teilbaren Transformationsgrad als Gleichungen zwischen η^5 und η'^5 anschreiben kann, wie hier beiläufig bemerkt sei.

Auf Grund der genannten Hauptmoduln 7. Stufe gelingt es nun, die sämmtlichen Formeln 7. Stufe mit Hilfe eines einzigen Parameters ξ (n) darzustellen, der übrigens nur dann einen von Null verschiedenen Wert haben kann, wenn n quadratischer Rest mod. 7 ist. Nach Adjunction dieses Parameters drücken sich die sämtlichen rechten Seiten der Klassenzahlformeln 7. Stufe durch höchst einfach definierte Teilersummen des Transformationsgrades n aus, während der Parameter ξ (n) selbst sich nicht allgemein durch diese Teilersummen darstellt, und daher als eine wesentlich compliciertere zahlentheoretische Function erscheint, über die ich bei einer anderen Gelegenheit Mitteilung machen möchte.

Die angedeuteten Teilersummen von n sind folgende:

1) Φ (n) ist die Summe aller Teiler von n

1) Z. B. hat man nach einer Rechnung, die Herr Klein gelegentlich anstellte, für n = 7 folgende Gleichung:

$$1 - M M' = [2(\gamma + \gamma^6) + 3(\gamma^2 + \gamma^5)](M + M' + 1).$$

Digitized by Google

2) Ψ (n) ist die Summe der Teiler von n, die $>\sqrt{n}$ sind, weniger der Summe der Teiler von n, die $<\sqrt{n}$ sind.

3) U_1 bedeutet die Summe jener Teiler a_1 von n, die $<\sqrt{n}$ sind und zugleich die Bedingung $a_1 \equiv \pm 1$ mod. 7 erfüllen, mit der Festsetzung, dass wenn n ein reines Quadrat und $\sqrt{n} \equiv \pm 1$ mod. 7 ist, zu dieser Summe noch $\frac{1}{2}\sqrt{n}$ hinzuaddiert werde.

4) $U_1^{(\nu)}$ bedeutet die Summe der Teiler von n, welche $< \sqrt{n}$, durch $7^{(\nu)}$ teilbar und durch 7^{ν} dividiert congruent ± 1 mod. 7 sind.

5) Ausserdem bedeutet ξ (n), wie schon soeben gesagt, die hier nicht näher zu definierende höhere zahlentheoretische Function.

Die Formeln 7. Stufe sind dann (nach Hinwegwerfung von gemeinsamen Factoren) folgende:

I. n = quadr. Rest mod. 7

1) $3.\ \Sigma H\ \frac{4n - l^2}{49} = \xi(n)$

2) $3.\ \Sigma H\ (4n - l_0^2) = \Phi(n) - 6\,U_{\sqrt{n}} - 14\,\xi(n)$

3) $3.\ \Sigma H\ \left(4n - l^2_{\sqrt{n}}\right) = \Phi(n) - 3\,U_{2\sqrt{n}} - 3\,U_{4\sqrt{n}}$

$= \frac{1}{2}\,(3\,\Psi(n) - \Phi(n)) + 3\,U_{\sqrt{n}}$

4) $3.\ \Sigma H\ \left(4n - l^2_{2\sqrt{n}}\right) = \Phi(n) - 6\,U_{\sqrt{n}} - 7\,\xi(n)$

5) $6.\ \Sigma H\ \left(4n - l^2_{4\sqrt{n}}\right) \quad \Phi(n) + 12\,U_{\sqrt{n}} + 28\,\xi(n)$

Digitized by Google

II. n = quadr. Nichtrest mod. 7

1) $3.\ \Sigma H\,(4\,n - l_0^2) = \Phi(n) - 6\,U_{\sqrt{-n}}$

2) $4.\ \Sigma H\left(4\,n - l^2_{\sqrt{-n}}\right) = \Phi(n)$

3) $3.\ \Sigma H\left(4\,n - l^2_{2\sqrt{-n}}\right) = \Phi(n) - 3\,U_{2\sqrt{-n}} - 3\,U_{4\sqrt{-n}}$

$$= \frac{1}{2}\,(3\,\Psi(n) - \Phi(n)) + 3\,U_{\sqrt{-n}}$$

4) $4.\ \Sigma H\left(4\,n - l^2_{4\sqrt{-n}}\right) = \Phi(n)$

III. n ≡ o mod. 7.

$$n = 7^{\mu}\,m;\ m \gtrless o \text{ mod. } 7.$$

1) $\Sigma H\,(4\,n - l_0^{\,2}) = 2\,\Phi(m) + 7\,\Phi\left(\frac{n}{49}\right) + 7\,\Psi\left(\frac{n}{49}\right)$

2) $3.\ \Sigma H\,(4\,n - l_d^2) = 7^{\mu}\,\Phi(m) - 3\,U^{(\mu)}_{d} - 3\,U^{(\mu)}_{\frac{m}{d}}$

Die Summen linker Hand erstrecken sich für die so geschriebenen Formeln über folgende Zahlensysteme:

1) $l_0 = 0, \pm 7, \pm 14, \ldots \equiv o$ mod. 7,
2) $l_1 = 1, 6, 8, 13 \ldots \equiv \pm 1$ mod. 7,
3) $l_2 = 2, 5, 9, 12 \ldots \equiv \pm 2$ mod. 7,
4) $l_4 = 3, 4, 10, 11 \ldots \equiv \pm 4$ mod. 7,

und sind so lange fortzusetzen, als $4\,n - l_i^2$ nicht negativ ist. Dessgleichen beschreibt l alle positiven ganzen Zahlen, für welche $\frac{4\,n - l^2}{49}$ eine ganze positive Zahl oder Null ist. Ferner sind $\Phi\left(\frac{n}{49}\right)$ und $\Psi\left(\frac{n}{49}\right)$ gleich Null zu setzen, falls $\frac{n}{49}$ keine ganze Zahl sein soll, und der Index

Digitized by Google

$r\sqrt{\mu}$ bedeutet immer jenen kleinsten quadratischen Rest mod. 7, welcher ins Quadrat erhoben $\equiv \mu r^2$ mod. 7 ist. Endlich bedeutet der Index d in Formel III, 2 einen beliebigen der quadratischen Reste 1, 2, 4 mod. 7, so dass diese eine Formel 3 Formeln vertritt. —

Zum Schlusse schreibe ich beispielsweise noch je eine Formel 9ter, 13ter und 11ter Stufe hin.

I. Sei $n \equiv$ quadr. Nichtrest mod. 9, so ist:

$$3\Sigma H(4n - l_0^2) = \Phi(n) - 6U_{\sqrt{-n}}$$

II. Sei $n \equiv 5$ mod. 13, so ist:

$$6\Sigma H(4n - l_6^2) = \Phi(n) - 6U_1 - 6U_5$$

III. Sei $n \equiv 1$ mod. 11, so ist:

$$22\Sigma H\left(\frac{4n - l^2}{121}\right) + 3 \cdot \Sigma H(4n - l_0^2) + 4\Sigma H(4n - l_1^2)$$
$$+ 2\Sigma(H(4n - l_3^2) + 2\Sigma H(4n - l_4^2) = \Phi(n) + \Psi(n).$$

Die auftretenden Symbole sind hiebei ebenso definiert, wie bei den Formeln 7. Stufe, nur dass an Stelle von mod. 7 beziehungsweise mod. 9, mod. 13, mod. 11 zu setzen ist.

Ich knüpfe hieran noch einige Bemerkungen über Liouville's einschlägige Arbeiten. Bekanntlich war Liouville der Erste, der in dem hier behandelten Gebiete über Kronecker hinaus ging. Auf seine reinzahlentheoretischen Ansätze gestützt konnte er auf die Existenz von unendlich vielen den Kronecker'schen analogen Klassenzahlformeln hinweisen. Die Analogie der Liouville'schen mit den Kronecker'schen Formeln bestand hauptsächlich darin, dass es sich hier wie dort um Aggregate von Klassenzahlen quadratischer Formen von negativen

Determinanten handelte, welche eine arithm
2. Ordnung bildeten. Hingegen kam Liouvill
weiss, nirgends ausdrücklich auf die Frage zu
Art die zahlentheoretischen Functionen sind,
jene Klassenzahlaggregate definiert werden kö
ist klar, dass diese Functionen im allgemein
complicierter ausfallen werden, als jene einf
summen, welche ausschliesslich in den oft erwäh
ecker'schen Formeln enthalten sind.[1] Aber i
können wohl solche Aggregate auftreten, zu de
derartige einfache Teilersummen hinreichen ur
in jeder Beziehung mit den 8 Kronecker's
anolog sind. Indess hat Liouville nur eine
zahl derartiger neuer Formeln in kleinen, seh
Abhandlungen wirklich explicite hingestellt.[2])

Von diesen fallen nur zwei unter die bis
gewonnenen Resultate. Seine Formeln im J
Mathématiques sér. 2 Bd. XIII pag. 2,
pag. 262 sind nämlich beziehungsweise spec
6. und 10. Stufe. Hingegen findet sich ke
mir im vorhergehenden mitgeteilten Relation
Liouville'schen Angaben. Möglicherweise s
artige Resultate implicite in den Liouvil
handlungen enthalten und dann müsste allerd
arithmetischen Methode Liouville's der Vor
werden. Aber ganz abgesehen von dem zahlen

1) Formeln, in denen compliciertere zahlentheoreti
auftreten, hat späterhin auch Kronecker aufgestellt
Umformung von Θ-Reihen, vergl. Berliner Monatsber
pag. 225 ff.

2) Vergl. Liouvilles Journal, sér. 2, Bd. XII
p. 1 ff. Bd. XIV p. 2, 7, 8, 262, sowie die allgemein
setzungen in Bd. III—VIII ebenda, insbesondere die E
Bd. VII, p. 44.

Werte dieser Untersuchungen ist es immerhin für den neuen Stand der elliptischen Modulfunctionen bezeichnend, dass nunmehr auch hier auf dem ursprünglich von Kronecker eingeschlagenen Wege in Bezug auf solche Klassenzahlrelationen ein unendlicher Ausblick eröffnet ist, während das alte Gebiet derselben mit den erwähnten 8 Kronecker'schen Formeln vollkommen erschöpft war. (Vergl. Kronecker in den Berliner Monatsberichten von 1875 pag. 235).

Herr Dr. C. W. Gümbel legt vor und bespricht:

„Geognostische Mittheilungen aus den Alpen."

VI.

Ein geognostischer Streifzug durch die Bergamasker Alpen.

In meiner fünften Mittheilung über geognostische Verhältnisse der Alpen [1]), welche der Klarlegung der Stellung der Pflanzenreste-führenden Sandsteinbildungen von Recoaro gewidmet ist, habe ich bereits im Vorübergehen des Streifzuges gedacht, den ich nach meinem Besuche Recoaro's westwärts durch die Bergamasker Alpen unternommen und über den ich ausführlicher zu berichten mir vorbehalten habe.

In den folgenden Blättern werde ich nun versuchen, das Wichtigste von den Beobachtungen mitzutheilen, die ich bei diesen Wanderungen durch einen der schönsten und lehrreichen Theile der Alpen anzustellen Gelegenheit fand. Hierbei hielt ich meine Aufmerksamkeit in erster Linie auf die Untersuchungen derjenigen Verhältnisse gerichtet, welche sich auf die Frage über die westliche Fortsetzung der Pfanzenreste-führenden Schichten von Neu-

---

1) Sitzungsbericht d. math.-phys. Classe d. k. bayer. Acad. d. Wiss. in München vom 1. März 1879.

Digitized by Google

markt-Recoaro und auf das Fortstreichen des Bellerophonkalks beziehen.

Gestatten die ausführlichen Schilderungen früherer Forscher in diesen Gegenden insbesondere jene Escher's von der Linth, Ragazzoni's, Curioni's, Frz. v. Hauer's, Stoppani's, Benecke's und von Lepsius bereits einen tiefen Einblick in die allgemeinen Gebirgsverhältnisse dieser alpinen Gebiete, so sind es doch wohl vor allen die bahnbrechenden Abhandlungen von Ed. Suess,[2]) durch welche über die mich besonders beschäftigende Frage der Stellung und Bedeutung gewisser pflanzenführenden Schichten der westlichen Alpen eine gesicherte Grundlage gewonnen wurde und an die auch ich meine Untersuchungen zunächst anzuknüpfen versuchen musste.

Es ist zu bekannt, um es hier ausführlicher zu wiederholen, dass in den Bergamasker Alpen in Val Trompia bei Collio Pflanzenreste zuerst von dem Director Giovanni Bruni entdeckt, dann von Ragazzoni und Curioni bekannt gemacht und beschrieben, endlich neuerlichst durch Suess eingehend untersucht worden sind, welche Geinitz als solche der Dyasformation erkannt hat.

In derselben Gegend, in welcher diese postcarbonischen Bildungen entwickelt sind, finden sich nun auch und zwar in sehr ausgezeichneter Weise jene so charakteristischen Seisserschichten mit *Posidonomya Clarai*, welche in Südtirol und bei Recoaro unmittelbar die Pfanzenreste-führenden unteren Voltziensandsteine und die Bellerophonkalke oder deren Stellvertreter überlagern. Desshalb war es mir im hohem Grade wahrscheinlich, dass in diesen westlichen Alpengegenden mit den Seisserschichten auch das Neumarkt-Recoaro-Pflanzenlager, die unteren

2) Die Aequivalente des Rothliegenden in den Südalpen. Sitz. d. k. k. Acad. d. Wiss. in Wien Bd. LVII. 1. Febr. und April Heft 1868.

Digitized by Google

Voltzienschichten und die Stellvertreter der B
kalke, wenigstens angedeutet sich auffinden l
in diesem Falle mitten zwischen Seisserschichte
Dyasbildungen eingebettet durch ihre Lagerung
wichtigsten Aufschlüsse über den engeren Ans
weder an die unterlagernden postcarbonischen Ge
an die aufliegenden Seisserschichten der Trias,
gleich auch die Entscheidung über ihre Zugehörig
Dyas oder Trias zu geben im Stande wären. O
gar die Pflanzenschiefer von Collio nichts ander
eine besonders ausgebildete Facies der Voltziensch
Neumarkt und Recoaro, weil weder Curioni, n
noch Lepsius ein zweites oberes Pflanzenlager
Gegenden erwähnen? Möglich wäre es aber auc
Pflanzenlager und die Bellerophonkalke nach W
gänzlich auskeilen und verschwinden. Mit dies
ungen und Erwartungen betrat ich das Gebiet
von Storo, Val Bona und Lago d'Idreo.

Riva und Val Ampola:

Ich werfe nur einen flüchtigen Blick gleichsa
leitung auf das östlich vorliegende Gebiet bei Riv
dem Garda- und Idreosee, weil uns in dem Ueb
der Gardasee-Spalte westwärts ein von dem ansc
östlichen Gebiete in Südtirol durchaus verschiede
entwicklung entgegentritt und eine neue geognosti
schaft sich ankündigt. Das weite Vordringen t
Ablagerungen in dem Gardaseeeinschnitt nac
liefert den Beweis, dass hier schon frühzeitig
artige Einbuchtung bestand, die von S. in das H
weit hineinragte. Ich erinnere nur an die sch
schlüsse in den tiefsten und ältesten Tertiärab
mit *Rhynchonella polymorpha* (Spileccoschichten
Schlucht unmittelbar ostwärts von Torbole am

wo ich die nach NW. geneigten Breccien-artigen Tertiärschichten auf die Kalke des Mt. Baldo direct aufgelagert fand. Im Hangenden folgen dann die mächtigen Nummulitenkalke gegen Nago und Vignole.

Diese Gebilde umsäumen den Ostrand der grossen See-Bucht und ziehen sich auch noch am Nordrande hin, wo sie an der Burg von Arco in Form von *Foraminiferen*-reichen jüngeren Mergellagen zu beobachten sind. Auch die höchst auffallende inselartige Erhebung des Mt. Brione mitten aus der alten Seefläche besteht aus ziemlich stark nach W. geneigten Bänken von Tertiärschichen. Die Grundlage bilden auch hier Nummulitenkalke; darüber folgen wenig mächtige, mergelige glauconitische, versteinerungsreiche Sandsteine, auf welchen die grauen mergeligen Bänke des Westgehänges in grosser Mächtigkeit aufruhen. Ich sammelte aus den glauconitischen Lagen in der Nähe des Zollhäuschens an der Strasse von Torbole nach Riva ziemlich zahlreiche Versteinerungen, unter welcher besonders mehrere Arten von Pecten sich auszeichnen, während die übrigen Formen meist nur als Steinkerne erhalten sind. Gemäss der Lagerung und nach dem Gesammteindruck der organischen Einschlüsse scheinen mir diese Schichten mit dem auflagernden grauen Mergel den tieferen oligocänen Schlichten gleichgestellt werden zu dürfen. Herr Theod. Fuchs in Wien, welchem ich die Pecten überschickte, hatte die Güte, auf meine Bitte, diese einer näheren Untersuchung zu entwerfen, wofür ich an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche. Dieser gründlichen Kenner der alpinen Tertiärfaunen, spricht sich dahin aus, dass diese *Pecten* vollkommen mit denjenigen übereinstimmen, welche sich im Grünsande von Belluno finden.

Nach Hörnes nun gehören diese Grünsande von Belluno zu den Schioschichten, was H Fuchs für richtig erachtet und demnach die Grünsande des Monte Brione demselben

Horizonte zuzählt. Indess hält er die Bestimmung der zahlreicheren, hier vorkommenden *Pectenarten* für sehr schwierig. Die eine Art, früher als *P. deletus* Mich. bezeichnet, mit der sie jedoch nicht übereinstimmt, stehe der *P. Burdigalensis* am nächsten, und sei vielleicht mit dieser Art zu vereinigen. Eine zweite Art, früher als *P. Haueri* Mich. bestimmt, gehöre gewiss nicht dieser Art an, sondern nähere sich dem *P. Northamptoni* Mich. (= *P. bonifaciensis* Loc.), mit dem sie ident oder aber neu sei. Bei einem dritten *Pecten* scheine die Uebereinstimmung mit der miocänen *P. camaretensis* Fon. sehr gross. Weiter gehört hieher eine dem *P. miocenicus* Mich. nahestehende Arte. Andere Formen von *Pecten* sind unbestimmbar. Ausserdem liegen mir vor: *Cardita* genau so wie *Arduini* Brongn., dann *Isocardia* aff. *transversa*, *Venus Aglaurae* Brongn. *Crassatella* f. *speciosa* Mich.; *Crassatella* aff. *neglecta* Mich.; *Trochus* spec.; *Dentalium* spec. *Voluta* cf. *Apenninica* Mich.; *Trochocyathus* spec.; *Flabellum* spec.

Die dem Grünsand auflagernden lichtgrauen Mergel sind sehr versteinerungsarm; häufig ist nur eine sehr verdrückte *Panopaea*, welche *intermedia* und *Heberti* nahesteht. Selten kommt auch hier noch die früher als *Pecten Haueri* bestimmte Muschel vor.

Gleich an den letzten Häusern von Riva an der Strasse zum Ledrosee stehen sehr eigenthümliche schwarze, hornsteinreiche Kalkschichten an, welche nach Anlogie mit dem durch *Crinoideen*-Reste und Einschlüsse von *Pecten* näher bestimmten Gesteine von Beseca in Val die Cancei dem unterem Lias angehören. In Folge einer Verwerfung schliesst sich ohne Vermittelung eines Zwischengliedes hier sofort heller, kalkiger Hauptdolomit an, welcher nach dem Hangenden zu in weisse Plattenkalke übergehend nicht bloss das felsige Steilgehänge des Gardasee's bis zum Ponale-Fall und weit darüber hinaus zusammensetzt, sondern

Digitized by Google

selbst bis über den Ledrosee hinaus anhält. Deutliches Liasgestein habe ich auf dieser Strecke anstehend nicht beobachten können. Die Schichten des Hauptdolomits erscheinen in einer grossen Mulde mit mehrfachen Nebenfalten und Wellen zusammengebogen, welche erst auf den Höhen des Mt. Nota und Giumela von jüngeren Gesteinslagen überdeckt werden. In der Nähe von Biasezza fand ich eine Bank voll von *Avicula exilis*, einer Leitmuschel des Hauptdolomits. Erst am Südufer des Ledrosee's in der weiten Ausbuchtung des Assat di Peor begegnet man nach langer Unterbrechung von Osten her zuerst wieder den Fragmenten von merkwürdiger Weise den gleichalterigen Schichten in den Nord- und Westalpen petrographisch ganz gleichen, versteinerungsreichen rhätischen Mergelplatten, welche von dem Mt. Tremazzo abstammen. Auf der Nordseite der Querbucht zwischen Pieve di Ledro, Beseca und Tiorno schliessen sich diesen Ablagerungen Streifen von Liasschichten an, welche von Norden her in einer schmalen Falte bis zum Ledrothal herabziehen und in S.-W. Richtung rasch sich ausheben. Mit dem Eintritt in das einsame Val Ampola umgeben uns wieder mächtige, hohe Berge von sehr dunkelfarbigem Hauptdolomit. Das Gestein zeichnet sich hier durch den erstaunlichen Reichthum an *Gyroporella vesiculifera* aus, mit welchen manche Bänke geradezu erfüllt sind. Sie fehlen in fast keiner der zahlreichen Gesteinsbänke an dem Strassenrand und begleiten uns bis in die Nähe des Steilabfalls nach Storo oberhalb des Wasserfalls, wo sie in derselben Bank mit *Dicerocardium*, *Jani*, *Megolodon triqueter*, *Turbo solitarius* und *Avicula exilis* sich vorfinden. Dieses Zusammenvorkommen der charakteristischsten Arten des Hauptdolomits ist ganz besonders lehrreich und wichtig. Die dolomitischen Schichten reichen noch eine ansehnliche Strecke abwärts gegen Storo und es erscheint besonders auffällig, dass hier trotz der raschen Annäherung an die

Digitized by Google

untere Grenze der Trias hin keine älteren Abtheilungen der tieferen Kalkschichten sich bemerkbar machen. Es stellen sich zwar gegen Storo hin intensiv schwarze schiefrige Kalke ein, welche durch die ziemlich häufig vorkommenden Fischschuppen an die Asphaltschiefer von Seefeld erinnern, aber sie sind so innig mit dem Dolomit verbunden, dass wir sie ebenso wenig wie die nordalpinen Asphaltschiefer vom Hauptdolomit strenge abscheiden können.

Von Ponte Caffaro, der Zollgrenzstation in der Nähe des Idreosee's, steigt, man über ein sehr steiles Gehänge, dessen Untergrund wiederum aus Hauptdolomit besteht und von Glacialschutt stellenweis überdeckt ist, zur bequemen Strasse nach Bagolino empor. Der Hauptdolomit begleitet uns längs dieser Strasse ununterbrochen bis zur Brücke Reinieri. Majestätisch erhebt sich gerade westwärts der hohe Dosso Alto aus sehr steil gestellen Bänken weissen Wettersteinkakls aufgebaut, dessen hangende Lagen durch eine Reihe weicher mergeliger Gesteine der Dossena-Schichten in einer tiefen Sattelbucht gegen Mt. Berga von dem südlich vorlagernden Hauptdolomit getrennt sind. An dem nördlichen Rande der tiefen wilden Caffaro-Schlucht sieht man aus der Ferne rothe Gesteinslagen und höher darüber Porphyrfelsen, welche an der grossen O.-W. über den Manivasattel zum Val Trompia, westwärts fortstreichenden Spalte neben den jüngeren Gebirgsgliedern sich herausheben und mit älteren Bildungen zu einer fortlaufenden Zone zusammenschliessen. Als erster Ausflugspunkt in dieser Gegend wurde der auf einer mächtigen Schuttterrasse liegende Ort Bagolino gewählt.

2. Valle di Freg.

Der Weg von Bagolino in das Valle di Freg führt zunächst über ausgedehnten Gehängeschutt, der vorherrschend aus Glimmerschiefer-ähnlichem Phyllit in mannigfaltigen

Digitized by Google

Abänderungen besteht. Noch ehe man die Kapelle S. Carlo erreicht, heben sich Felsen eines aus weissen, Glimmerähnlichen Schüppchen, grünen chloritischen Blättchen und aus Quarz bestehenden, von kleinen Granaten vollgespickten Phyllits mit N.-W. einfallenden Schichten aus dem Untergrunde heraus. Auf diese folgt dann thalaufwärts sofort eine Region grünlich grauer sandig-tuffiger Schiefer und deutliche Sandsteinbänke von schwärzlich-grauer Färbung und z. Th. conglomeratartiger Ausbildung. Auch diese Schichten fallen nach N.-W. also ziemlich gleichförmig mit dem Phyllit ein. Eine bankartig zwischengelagerte Porphyrmasse besteht aus vorherrschend röthlichem Gestein, wie wir es bei Botzen, am Westgehänge bei Tione in Judicarien und aus Val Rendena kennen. Nebenbei zeigen sich auch grüne, graue und auffallend lichte Färbungen des Porphyrs, dessen schwaches Lager man bald überschritten hat. Wir gelangten nun thalaufwärts in jenes ausserordentlich mächtige Schichtensystem, das bereits unter dem Porphyrlager begonnen und aufwärts in ziemlich gleichbleibenden Ausbildung bis zur Einmündung des Val Bruffione bei der A. Grisa fortsetzt. Es sind trotz der beträchtlicher Mächtigkeit einförmig ausgebildete, dünnschichtige, grünlich graue und schmutzig graue Sandsteinschiefer, grünliche dichte Grauwackeähnliche Gesteine, denen sich spärlich grau gefärbte Conglomeratbänke beigesellen. Nicht selten nehmen die Sandsteine eine so feinkörnige, an das Aphanitische streifende Beschaffenheit an, dass es leicht verzeihlich ist, solche Gesteine bei dem ersten Anblick für Grünstein, Diorite oder dergleichen zu halten, wie Curioni's Karte anzudeuten scheint. In Dünnschliffen lässt sich leicht die klastische Natur der Gemengtheile erkennen. Abgerundete Quarzkörnchen zeigen sich mit Glimmerschüppchen und feldspathigen Theilchen durch ein thonig-kieseliges, trübes und

Digitized by Google

[illegible] ein lebhaft grünes, helles, in Säuren nicht leicht [illegible] Binde- und Zwischenmittel verkittet, wie [illegible] Sandsteinen vorzukommen pflegt.

Die seltenen Bänke von **Conglomeraten** enthalten [illegible] noch nicht häufig Bruchstücke von Porphyr, [illegible], dass schon vor deren Ablagerung bereits [illegible] stattgefunden haben, wie auch die bank[illegible] Zwischenlagerung von Porphyrmassen in den tieferen Schichten [illegible]. Ganz besonders bemerkenswerth sind [illegible], meist dünnspaltigen Sandsteinschiefer, [illegible] oft wie bei dem älteren Thonschiefer, [illegible] glänzend und mit Parallelfältchen [illegible] wurmähnlich gekrümmten [illegible] Wülsten, Rippen, nussartigen Höckern [illegible] Eindrücken oder Erhabenheiten [illegible]. [illegible] Platten bemerkt man häufig auch [illegible] zu bestimmenden, aber durch [illegible] Form sicher [illegible] wie solche von [illegible]

[illegible] dünnplattigen Varietäten [illegible] Gegend häufig [illegible] verwenden.

[illegible] enthalten. [illegible]

[illegible]

Digitized by Google

geklemmten, Pflanzenreste-führenden, grünlich grauen, oft dichten Sandsteinfragmente, wie ich schon früher ausgesprochen habe, derselben Bildung anzureihen sein. Merkwürdiger Weise hat auch das von Prof. Pichler entdeckte Gestein von Steinach am Brenner, das man jedoch für ächt carbonisch hält, der petrographischen Beschaffenheit nach die allergrösste Aehnlichkeit mit unseren Bergamasker Schichten. In der Reihe der sog. Grödener Sandsteine dagegen kenne ich Nichts, was lithologisch auch nur entfernt an derartige Bildungen erinnert.

Die im Allgemeinen von S. nach N. ziehende Thalrichtung, welche fast rechtwinkelig zu dem ziemlich constant von S.-W. nach N.-O. gerichteten Streichen bei widersinnigem N.-W. Einfallen der Schichten verläuft, gestattet, indem man immer weiter aufwärts in dem Hauptthale emporsteigt, den ganzen Schichtencomplex quer zu durchschreiten und bei den zahlreichen sich hier darbietenden Entblössungen fast Schicht für Schicht näher zu untersuchen.

Bis zu der oben schon erwähnten Ponte d'Assa fallen die Schichten nahezu constant nach N.-W. ein. Oberhalb dieser Brücke führt der Thalweg über grossartig durch Gletscherschliffe polirte Felsen. Hier zeigen die Schichten auf eine kurze Strecke geändertes westliches Einfallen, richten sich aber bald wieder in die normale N.-W.-Einfallrichtung ein, welche nur stellenweis durch kleinere Falten und Wellenbiegungen geändert, sonst in grosser Beständigung thalaufwärts anhält. Von der Thalgabel an, wo bei Lavalle Fucine das Seitenthal Sanguinera von N.-W. hereinmündet, zeigt sich in den sonst gleich bleibenden Schichten häufiger ein röthlicher Farbenton. Auch stellen sich nach und nach etwas häufiger zwischengelagerte Conglomeratbänke ein. Hier ist es auch, wo etwa in der Mitte zwischen den Mündungen vom Val Scaglie und Val

Digitized by Google

Bruffione ein zweites jüngeres Porphyrlager zwischen dem Schichtgestein eingeklemmt sich bemerkbar macht. Vielleicht hängt dieses Porphyr mit dem Stock des Mt. Dolo zusammen.

Noch stehen an der Einmündung des Val Bruffione, das von N.-O. herabzieht, in einem Steinbruche die charakteristischen grünlich grauen Sandsteinschiefer, wie wir solche auch aus dem unteren Theile des Thals bereits beschrieben haben, mit den bemerkenswerthen Wülsten auf den Schichtflächen deutlich an. Sobald wir aber den Thalriss auf eine kurze Strecke verlassen, um über eine ziemlich steile Terrasse höher emporzusteigen, stossen wir zum ersten Mal auf intensiv rothe conglomeratartige Sandsteinbänke, ächte breccienähnliche Conglomerate (v. Verrucano) in Wechsellagerung mit jenen flasrig dünnschichtigen, intensiv rothen Schieferthonschichten, die z. Th. wohl schon zu den sog. Servino der italienischen Geologen gerechnet werden dürften. Auch einzelne helle und selbst weisse Sandsteinlagen mit grünlichen Thongallen fehlen hier nicht. Ich stehe nicht an, diese ganz gleichförmig über den tieferen Schichten lagernde Gesteinsreihe, welche zwar durch keine auffallende Grenzscheide von letzteren abgetrennt zu sein scheint, gleichwohl mit den Bildungen für identisch zu halten, welche wir in Südtirol als Grödener Schichten zu bezeichnen pflegen.

Dieser hangende Schichtencomplex ist ziemlich mächtig und reicht bis nahe zur unteren Compros-Alpe. Hier kann man an den westlich ansteigenden Gehängen deutlich die Auflagerung der grauen mergelig-schiefrigen Gesteine mit *Posidonomya Clarai* — also typische Seisser Schichten — unmittelbar auf diesen sandigen Bänken beobachten. Meine mit möglichster Sorgfalt in diesen Grenzschichten angestellten Untersuchungen haben ergeben, das hier weder ein schwarzer Kalk als Repräsentant des Bellerophonkalks

Digitized by Google

sich vorfindet, noch auch, dass eine gelbe dolomitische Zwischenlage als dessen Stellvertreter zu deuten wäre. Man kann in den tiefen Gräben, von welchen die Weidfläche der Alp durchzogen ist, die sehr charakteristischeen Schichten der Seisser und Campiler Schichten ganz so, wie sie in Südtirol etwa bei Botzen entwickelt sind, gut beobachten. Selbst die harte, oolithische, mit *Holopellen* erfüllte Bank fehlt nicht. Doch herrscht in diesen Bildungen hier die graue Farbe etwas vor.

Unmittelbar darüber lagert sich oft in zackigen Riffen ausgewittert, sonst wohl auch von tiefen wilden Gräben durchfurcht eine gelblich oder schmutzig weissliche grosslückige, poröse Rauhwacke mit mergeligen, weichen Zwischenlagen und Gypsspuren an. Sie begleitet uns, wenn wir westwärts von Compras-Alpe über einen Seitensattel zur Alpe Cadino di mezzo hinübersteigen, und breitet sich dann noch weiter westlich oberhalb Cadino di sotto und gegen Croce Domini ungemein mächtig aus. Ein schmaler Streifen, welcher wegen aufgehäuften Steinschutts das im Untergrund anstehende Gestein nicht beobachten lässt, trennt diese Rauhwacke von der nächst höheren auflagernden Schichtenreihe einer durch die tiefschwarze Färbung besonders in die Augen fallenden Kalksteinbildung. Der daraus entstandene Boden ist oft kohlschwarz und sticht schon aus weiter Ferne in die Augen.

Diese schwarzen, meist dünngeschichteten, oft sogar etwas schiefrigen Kalke, die auch dolomitische Lagen in sich schliessen, sind dadurch ausgezeichnet, dass sich auf dem intensiv schwarzen Grunde der Hauptmasse des Gesteins zahlreiche kleinere und grössere Putzen, Körnchen und und Flecken von fast rein weissem Kalkspath grell abheben. Zuweilen glaubt man in diesen Putzen die Umrisse von organischen Einschlüssen zu erkennen. Doch sind solche in Dünnschliffen nur selten deutlich zu unterscheiden. Auch

Hornstein-Knöllchen und -Ausscheidungen fehlen nicht und zahlreiche Adern von schwarzem Anthraconit und weissem Kalkspath durchschwärmen häufig das Gestein.

Diese so bestimmt charakterisirten intensiv schwarzen weiss gesprengelten plattigen Kalke gewinnen, wie wir sehen werden, eine grossartige Verbreitung nicht bloss in den Bergamasker Alpen, sondern auch auf dem Nordabhang im Bündener Hochgebirge und dann wieder im Ortlerstock. Der Kürze wegen wollen wir sie desshalb schwarze Ortlerkalke[3]) nennen, denen ein weites, ziemlich scharf abgegrenztes Entwicklungsgebiet unserer Alpen zufällt.

Die geologische Stellung dieser Kalkstufe werden wir ausführlicher zu erörtern später Gelegenheit finden. Nur soviel muss gleich hier bemerkt werden, dass die Zwischenlage zwischen Rauhwacke und dem weissen Kalk der Schlern- oder Wettersteinstufe dieselbe der Muschelkalkregion zuweist. Der höhere schmale Gebirgsrücken, welcher sich zwischen V. Caffaro und dem obersten Val Cadino gegen Mt. Castion emporzieht, besteht aus weisslichen Kalk und Dolomit, wie am Dosso Alto. Man vermisst diese Angabe auf den Karten. Ein Band des oben bezeichneten schwarzen Kalks zieht sich oberhalb der Compras-Alpe am Gehänge hin und senkt sich einer Seits in die Thalung gegen Gaver und erstreckt sich anderer Seits westwärts über den Sattel zum Vallo Cadino, wo es die grosse, von den drei Cadino-Alpen eingenommene, kesselförmige Thalweitung umsäumt. Oberhalb der Alpe Cadino di sopra ist das Gestein reichlich entblösst und leicht der Beobachtung zugänglich. Ich fand es leider auch hier versteinerungsleer.

---

3) Die in meiner V. Mittheilung (Sitz.-Ber. 1879 Anm. 24) ausgesprochene Ansicht, dass ein Theil der schwarzen Kalke des Ortlerstocks vielleicht dem Bellerophonkalke gleichzustellen sei, ist demnach nicht stichhaltig und muss zurückgenommen werden.

Digitized by Google

Wo man auf dem Wege von Val Caffaro in Val Cadino zwischen Compras- und den Cadino-Alpen den Pass überschreitet, tritt auf letzterem neben Rauhwacke ein stark zersetztes Diorit-ähnliches Gestein mit tuffigen Lagen zu Tag. Der Lagergang scheint westwärts gegen Croce Domini fortzustreichen. Es ist ein Gestein, dem wir noch öfters in den Bergamasker Alpen und zwar in weniger zersetztem Zustande begegnen werden, wesshalb wir eine nähere Beschreibung für später uns vorbehalten. Es ist offenbar dasselbe Gestein, welches Lepsius [4]) unter der Bezeichnung Mikrodiorit aus dem benachbarten Val Bondol vom Mt. Laveneg und aus Val Trompia oberhalb Collio beschreibt. Ich glaube das auch in den Nordalpen in gleich altrigen Schichten auftauchende, massige Gestein — den Spilit der Schweizer Alpen z. Th. — das ich aus der Gegend von Berchtesgaden als Sillit [5]) beschrieben habe, — hierher rechnen zu dürfen.

In der Thalung der Alpen Cadino und abwärts längs des Sanguinera-Baches durchqueren wir den ganzen bisher beschriebenen Schichtencomplex noch einmal in umgekehrter Ordnung, wie im Caffaro-Thal. Zuerst tauchen bei der Alphütte Gira bassa unter der Rauhwacke die Mergelschiefer der Campiler und Seisser Schichten auf und darunter treten nun der Reihe nach die in gleichmässiger Lagerung unter einander folgenden Schichten, zuerst das rothe Sandsteingebilde mit Zwischenlagen weissen Sandsteins, die röthlichen groben Conglomerate und mit ihnen der zweite obere Lagerzug des Porphyrs zu Tage. Derselbe scheint mithin über die Kuppe des Mt. Misa fortzusetzen. Bei Ponte di Rimial erreichen wir wieder das Hauptthal mit den schon beschriebenen älteren Schichten.

---

4) A. A. O. S. 179 u. ffd.

5) Geogn. Beschr. d. bayer. Alpengebirgs S. 187.

Digitized by Google

Keines der zahlreichen Profile am Südra
nalit-Stockes ist vollständiger, als das eben
oder bietet wesentlich andere und bessere
wesshalb ich mich hier auf die Beschreibung di
beschränken will.

Ueber die in neuester Zeit so lebhaft
metamorphischen Gebilde am Rande
habe ich keine Gelegenheit gefunden, eingeh
zu machen.

Ueberblicken wir die Ergebnisse der B
aus der Umgebung von Bagolino, so lassen
in Folgendem zusammenfassen.

1) An die nahezu O.-W. verlaufende Dislo
welche von Ponte del Caffaro gegen Bagol
Passo della Maniva streicht, lehnt sich
abgesunkene Triasgebirge, während nach
ältere Schichtensystem aus glimmerigem I
sich hoch emporhebt und einen eng zusam
Sattel bildet.

2) Auf diese ältesten Phyllitschiefer legt
nordwärts in nahezu gleichförmiger Lager
mächtiger Complex von graugrünem San
glomerat und Schiefer mit einem Porphyr

3) In dem plattigen Sandschiefer dieser S
finden sich Pflanzenreste, wie bei Collio,
des Rothliegenden erkannt wurden und n
sind mit jenen von Neumarkt-Recoaro.

4) Die obere Abtheilung dieses Complexes
etwas röthliche Farbe an, enthält zah
von Conglomerat, ohne jedoch die Besc
sog. Grödener Schichten anzunehmen.
zweites Porphyrlager ausgebreitet.

5) Erst auf dieser Reihe folgen Gesteinbi
vorherrschend intensiv rothem Schiefer, S

Conglomerat, mit Zwischenlagen weissen Sandsteins, welche den sog. Grödener Schichten vollständig gleichen. Unmittelbar auf diesen liegen die grünlichgrauen Mergelschichten mit *Posidonomya Clarai* (Seisser-Schichten).

7) Weder die Pflanzenreste der Neumarkter-Recoaro Schichten, noch Lager schwarzen Bellerophonkalkes oder des stellvertretenden Dolomits sind hier entwickelt.

8) Das Collio-Pflanzenlager ist entschieden ein älteres, als jenes bei Neumarkt und Recoaro des Grödener-Sandsteins.

9) Rauhwacken, schwarze plattige Kalke, weiche mergelige Lagen und weisse Kalke oder Dolomite betheiligen sich in diesem Gebirge am Weiterbau der Triasbildungen in ausgiebiger Weise, wie in Südtirol.

3. Manivasattel und die Eisenindustrie.

Die im Eingang in Valle di Freg beobachteten Glimmerschiefer-artigen Phyllite setzen von Bagolino westwärts längs des zu den Höhen des Maniva-Passüberganges ansteigenden Wegs ununterbrochen fort, obwohl sie oberflächlich auf grosse Strecken von Schutt überdeckt und dem Auge entzogen sind. Am Rande des Val Recigand fallen die Schichten ziemlich steil südlich ein und diese südliche Schichtenneigung hält ziemlich constant bis zur Passhöhe an. Auf der schmalen Kante des Passes selbst biegen sich die Phyllitschichten zu einem Sattel um, indem die Schiefer S. vom Passe südlich, W. vom Passe nördlich einschiessen. Der südliche Flügel ist aber hier sehr schmal, weil die schon erwähnte grosse O.-W. Dislokationslinie ganz in der Nähe durchzieht und die Schieferschichten plötzlich abschneidet. Jenseits oder S. von der Spalte legen sich sofort röthliche, oolithische Kalkbänke voll von kleinen *Holopellen* und graue Mergelschichten an, welche unzweideutig die Seisser-Schichten verrathen. Aber auch sie sind auf eine geringe Mächtigkeit beschränkt,

indem sofort in S.-Richtung am Kamme gegen den Dosso Alto erst Rauhwacke mit gypsigen Mergellagen und dann mit der Steilwand plattige schwarze Kalke, genau wie an der Comprasalpe von Valle di Freg darüber sich anlegen. Ich verfolgte das Profil aufwärts zum Dosso Alto nicht weiter; dasselbe ist durch Lepsius sehr genau beschrieben worden (a. a. O. S. 58, 64 und 311). Nach dessen Darstellung umschliessen hier die obern Lagen des schwarzen Kalkes die charakteristischen Versteinerungen des Brachiopoden-reichen oberen Muschelkalkes und bilden selbst wieder die Unterlage von Knollenkalken und kohligen Mergelschiefern, welche durch Einschlüsse von *Halobia parthanensis*, *Ammonites Aon*, *A. euryomphalus* und von *A. trompeanus* in den höheren Hornstein-führenden Lagen als die Aequivalente der Buchensteiner Kalke und Wengener Schichten bezeichnet werden. Erst über diesem schiefrigen dunklen Gestein erhebt sich in steilen Wänden der mächtige hellfarbige Kalk — Esinokalk — bis zur Spitze des Dosso Alto.

Ehe die Passhöhe Maniva ganz erreicht worden war, begegneten wir einem Eisenerztransport der primitivsten Art, einem schwachen Ueberrest einer in diesen Alpenbergen einst in hoher Blüthe stehenden Eisenindustrie, deren ich hier mit ein Paar Worten gedenken möchte.

Schon beim Aufsteigen aus dem Thale von Bagolino, wo ein Eisenhohofen steht, fällt eine höchst eigenthümliche Glättung des Wegs auf, welche streckenweis wie polirt und von Gletscherstreifen überzogen aussieht. Es rührt dies von einer ganz besonderen Art des Erztransportes her, welcher darin besteht, dass von der Passhöhe herab auf dem steil abschüssigen Wege die Erze in Säcken gefüllt an besonders stark geneigten Stellen auf hölzerner Unterlage an der Erde fortgeschleift werden. Mit oft rasender Geschwindigkeit schiessen die jungen, nicht überflüssig reichlich bekleideten Burschen den Erzsack hinter sich nachziehend und vorn mit den

Digitized by Google

nackten Füssen gleichsam rudernd, die Richtung bestimmend und die Geschwindigkeit regulirend in halb liegender Stellung über die steilen Stellen hinab. Das Erz wird aus dem jenseitigen Val Trompia in eben so ursprünglicher Weise zum Sattel emporgeschafft. Man begegnet hier ganzen Reihen von Weibern und Kindern, welche die schwere Last in hölzernen Trögen oder kleinen Säcken zu einer Erzhütte am Passe mühselig hinaufschleppen.

Leider lässt sich aus eigener Anschauung nur mehr Weniges über diesen früher ebenso ausgedehnten, wie ganz eigenthümlichen Eisenhüttenprocess in den Bergamasker Bergen berichtet. Er gehört bereits fast ganz der Geschichte an, die so viel von dem berühmten Bergamasker Eisen und dem Brescianstahl zu erzählen weiss. Jetzt muss man bis in die hintersten und entlegensten Winkel vordringen, um noch die letzten Spuren der alten Kunst zu entdecken. Die schrankenlose Entwaldung der früher so forsteureichen Berge, die unaufhaltsame Concurrenz des wohlfeileren Eisens, welche aus dem Ausland eingeführt wurde, die Kostspieligkeit des Transportes sowohl des Rohmaterials, wie der Fabrikate in den Bergen und aus denselben heraus wirkten zusammen, das Kleingewerbe, das in zahreichen Eisenhütten und Hammerwerken ausgeübt, selbst in die entlegenen Thäler Leben, Verdienst und damit eine gewisse allgemeine Wohlhabenheit gebracht hatte, fast gänzlich zu zerstören. Nur einige wenige Hohöfen und Puddlingsöfen suchen durch concentrirten und verbesserten Betrieb gegen die Concurrenz das Feld siegreich zu behaupten; doch können auch sie meist nur zeitweise in Gang gehalten werden. Bei dem Mangel des Landes an fossilem Brennstoffe und der kostspieligen Beschaffung desselben von auswärts scheint es trotz der Vorzüglichkeit der Erze kaum für die Dauer möglich, die Eisenindustrie in den Bergamasker Bergen zu erhalten. Eher dürfte es ökonomisch zulässig sein, die besseren Sorten Erze ins Ausland

zu transportiren und dort zu verhütten, vielleicht bei ihrem hohen Gehalt an Mangan selbst Ferromangan zu erzeugen.

Der weitverbreitete Reichthum des Bergamasker Gebirge an hochhaltigen Eisenerzen von ganz vorzüglicher Beschaffenheit, wie solche die stark manganhaltigen Spatheisensteine darbieten, sowie die leichte Art, aus denselben stahlartiges Stabeisen und selbst Stahl darzustellen, hatten schon in den ältesten Zeiten die Kunst des Eisenschmiedens hier wachgerufen. Selbst zur Römerzeit war das Eisen von Comum, das aus den benachbarten Bergen stammte, fast so gesucht, wie das berühmte ferrum noricum aus Steiermark.

Es ist kaum zu bezweifeln, dass die Gutartigkeit der meisten Eisenerze ursprünglich die einfachste Darstellung eines stahlartigen Schmideisens unmittelbar aus den Erzen in offenem Herde durch eine Art Rennarbeit, später durch Windöfen ermöglichte. Es finden sich nämlich neben Eisenglanz und Brauneisenstein hauptsächlich Spatheisensteine in grosser Menge, deren Mangangehalt meist sehr beträchtlich ist. Curioni[6]) der verdienstvolle Förderer der lombardischen Eisenindustrie, hat zahlreiche Vorkommnisse untersucht und giebt von einem Erz aus der Grube Piazetta einen Gehalt an kohlensaurem Manganoxydul von 11,5% neben dem an kohlensauren Eisenoxydul von 82% an.

Aus diesem anfänglichen Verfahren der Rennarbeit scheint sich später jene Art der Stabeisendarstellung entwickelt zu haben, welche man die italienische Luppenfrischmethode zu nennen pflegt. Sie zeichnete sich dadurch aus, dass die Erze in einem ersten vorbereitenden Processe in dem Herde gebraten d. h. bis zum Zusammenbacken stark geröstet und dann aus dem Feuer herausgenommen wurden, um die so vorbereiteten Erze nunmehr

6) Geologie delle Prov. Lombarde II. p. 124.

Digitized by Google

auf dem mit Kohle eingefüllten Herde vor dem Gebläse zu schmelzen und aus dem auf diese Weise reducirten Eisen ein Frischstück — Masello — herzustellen. Nachdem bei dieser Arbeit beiläufig 1½ Zt. Erz in 4—5 Stunden wieder geschmolzen war, wurde die Schlacke rein abgezogen, der Wind eingestellt und das Eisenstück aus dem Herd gebrochen, um es nun weiter unter dem Hammer zu einem Kolben und bei den folgenden Erzschmelzen zu Stäben auszustrecken.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass bei der Leichtflüssigkeit der Erze aus diesen einfachen Herden nach und nach eine Art Schmelz- oder Stückofen dadurch entstand, dass die Wände des Herdes erhöht und das flüssige Eisen anstatt herausgebrochen, nach dem Einschmelzen abgestochen wurde. Schon frühzeitig waren hierbei Wassertrommelgebläse im Gebrauch. Eigentliche Hohöfen dürften nicht vor Anfang des 17. Jahrhunderts Eingang in das Bergamasker Hochgebirge gefunden haben. Nach dem Stande zu Anfang dieses Jahrhunderts erzeugte man in ziemlich zahlreichen Hohöfen sowohl graues, wie weisses Roheisen meist ohne Zuschlag, wesshalb der Gang der Oefen vielfach ein unsicherer war.

Die weitere Verarbeitung dieses Roheisens geschah bis vor Kurzem in Herden entweder zu stahlartigem Schmiedeisen oder zu wirklichem sog. Brescianstahl.

Die Bergamasker Frischschmiede ging aus der Methode der alten Rennherde hervor, indem man ein zweimaliges Schmelzen vornahm. Zuerst wurde der Herd von der vorigen Arbeit gereinigt, dann stellte man eine Vertiefung von festgeschlagener Kohlenlösche her und brachte das zerkleinerte Roheisen darauf, bedeckte es mit angefeuchteter Kohle, liess das stark stechende Gebläse an und schmolz in beiläufig 5—6 Stunden etwa 1½ Zentner Roheisen ein. Die folgende Arbeit bestand darin, die Rohschlacke abzu-

Digitized by Google

stechen, auf das abgeräumte noch flüssige Roheisen Hammerschlag, wohl auch Schlacke und Sand zu werfen, diesen Zuschlag unter das Eisen zu rühren bis dieses eine teigartige Beschaffenheit annahm und sich in kleine Stücke zertheilen liess, wodurch man die sog. Cotizzo erhielt. Diese Stücke wurden nun herausgeschaufelt, der Herd wieder gereinigt, mit frischen Kohlen gefüllt, die Eisenstücke darauf gebracht und noch einmal nieder geschmolzen. Man erhielt so ein Frischstück — den Masello — der nach Abräumen des Herdes herausgenommen und unter den Hammer gebracht und zu sog. Taglioni ausgeschmiedet wurde. Das weitere Ausstrecken erfolgte bei dem ersten Einschmelzen unter kleinen Hämmern. Das auf diese Art erzeugte Stabeisen war meist von vorzüglicher Güte, stahlartig — ferro forte — und diente namentlich in Brescia zur Verfertigung der mannichfaltigsten sehr geschätzten Werkzeuge und Instrumente. Zu Anfang dieses Jahrhunderts zählte man noch gegen 120 Schmiedfeuer in Val Trompia und Val Sabbia [7]) und die Stadt Brescia konnte sich wegen ihrer Eisen- und Stahlfabrikation den stolzen Namen „armata" beilegen..

Was die Erzeugung von Stahl anbelangt, so war diese immer eine sehr beschränkte; sie fand systematisch nur in Bagolino statt; und zwar durch zweimaliges Schmelzen von weissstrahligem Roheisen zwischen Kohlenklein, wobei man bei dem ersten Einschmelzen Hammerschlag zusetzte. Ausserdem wurde im Gegensatz zur gewöhnlichen Schmiedeisenerzeugung vermieden, das schmelzende Eisen dem Windstrom des Gebläses direkt auszusetzen, um ein zu starkes Verbrennen des Kohlenstoffs zu verhindern. Der ausgehobene Stahldeul wurde noch glühend im Wasser abgelöscht. Man erhielt auf diese Weise den sog. Acciajo na-

7) Brocchi, Trattato mineroralogico et chimico sulle minieri di ferro del depart: del mella Brescia 1808 II Vol.

Digitized by Google

turale, unterschied aber im Handel feinen Bresciaustahl zu Klingen und Instrumenten und ordinären Brescianstahl zu gewöhnlichen Werkzeugen verwendbar.

Jetzt sind es nur mehr wenige Hohöfen und Puddlingsöfen, welche an die Stelle der alten zahlreichen Herdfeuer getreten sind. Es ist ein betrübender Anblick so vielen Ruinen einer sonst so blühenden Industrie in den nunmehr stillgewordenen Thälern zu begegnen wo uns so zahlreiche Schlackenhalden an ebenso viele Stellen einer zu Grabe getragenen Industrie erinnern.

Kehren wir zu unseren geologischen Betrachtungen im Passo della Maniva zurück, so ist zu bemerken, dass von der Passhöhe abwärts zum Val Trompia bei St. Colombano uns in fast gleicher Richtung streichend vorherrschend dunkler Phyllit begleitet. Stellenweis liegen Schollen glimmerglänzenden hellfarbigen Schiefers oder gneissartige Schichtencomplexe mitten darin, welche man wohl am besten ihrer Stellung wegen unter der Bezeichnung Phyllitgneisse zusammenfasst. Ihrem petrographischen Charakter nach stellen sie bald typische Gneisse dar, sogar ausgezeichnete Augengneissvarietäten mit grossen rundlichen Knollen von Orthoklas, bald tragen sie das Gepräge der sog. Sericitgneisse und der Casannaschiefer Theobald's an sich, wie ich sie von Theobald selbst aus der Gegend des Casannapasses in der Churer Sammlung als solche bezeichnet fand. Diese vielgestaltig ausgebildeten jüngeren Gneisse spielen eine bisher noch nicht gehörig gewürdigte grossartige Rolle in dem ganzen System der Alpen und in fast allen Phyllitgebieten älterer Gebirge. Wir werden später eingehender davon handeln, erwähnt sei hier nur vorläufig, dass sie auch im Gebiete der Bergamasker Alpen einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der ältesten Schieferregionen nehmen und ungemein häufig vorkommen.

Digitized by Google

Zum Mellathale allmählig herabsteigend bemerkt man, dass die O.-W. Verwerfungsspalte, welche westwärts noch weiter fortstreicht, in immer ältere Schichten einschneidet, unter welchen namentlich der grellrothe Servino schon von ferne sich bemerkbar macht. Durch einige mit der Hauptspalte nahezu parallele Risse scheint hier in dem obersten Theile des Val Trompia das Gebirge in unregelmässig nebeneinanderliegende Gesteinskeile verschoben. Nahe bei dem Orte St. Colombano fallen die Phyllitschichten noch nach S. ein, während schon an der Kirche der Mühle gegenüber, aber bereits jenseits d. h. südlich der grossen O.-W. Verwerfungsspalte nördlich einfallende graue, gelbverwitternde Mergel der Seisser Stufe anstehen. Wir betreten damit das eigentliche Gebiet von Val Trompia, welches in gleicher Weise durch die interessantesten Vorkommnisse und Lagerungsverhältnisse wissenschaftlich, wie durch den Reichthum an Eisenerzen praktisch grosse Berühmtheit erlangt hat. Leider war es mir selbst nicht in einem Falle vergönnt, eine Erzgrube zu befahren, da dieselben theils dauernd verlassen sind, theils zeitweise ausser Betrieb standen. Meine Beobachtungen beschränken sich daher bloss auf das Ausstreichende der Lagerstätten. [8])

4. Collio, Val Serimando und Mt. Colombino.

Einer der belehrendsten Durchschnitte, ähnlich dem des Valle di Freg bei Bagolino, bietet das bei Collio in's Mella-Thal rechtwinkelig einmündende Val Serimando, welches gegen den Mt. Colombino tief in's Gebirge einschneidet. Es ist bereits dieses Profil von Suess eingehend besprochen worden.

Das erste anstehende Gestein unmittelbar oberhalb des Dorfes ist eine grobbankige Rauhwacke, wie oben in dem

8) Vergl.: Suess a. a. O. S. 11, Curioni a. a. O. p. 121 u. ffd. E. Fuchs Annal. d. mines 1868 VI. Ser. tom. XII 428 u. sqq.

Gebiete des Caffarothals bei den Alper Compras und Cadino. Sie liegt mit südlichem Einfallen unmittelbar auf gleichförmig geneigten schiefrigen Gesteinen der Campiler und Seisser Schichten, welche durch zahlreiche organische Einschlüsse auch hier sicher als solche sich zu erkennen geben. Besonders bemerkbar machen sich gegen das Liegende zu mächtige intensiv rothe Lettenschiefer (Servino) mit linsenförmigen Einlagerungen von Spatheisenstein und Einsprengungen von Eisenglanz, dadurch lebhaft an das gleiche Vorkommen in den gypsführenden bunten Werfener Schiefer bei Berchtesgaden erinnernd. Ein grünliches, stark verwittertes Eruptivgestein, ähnlich dem auch zwischen St. Colombano und Collio beobachteten, setzt hier gangartig durch. Der hohe Grad seiner Zersetzung macht es unthunlich, seine ursprüngliche Zusammensetzung genauer festzustellen, doch scheint auch dieses Gestein dem Typus des Mikrodiorits anzugehören.

Unter dem rothen Servino folgt thalaufwärts sofort rother Sandstein in mächtigen Bänken geschichtet und unter 56° nach S. einfallend. Das Gestein gleicht in auffallender Weise dem sog. Grödener Sandstein, enthält nur spärlich Conglomeratzwischenlagen und zeigt weniger den Charakter der sog. Verrucano's, obwohl einzelne Porphyrgerölle darin eingebacken vorkommen.

Diese Sandsteinschichten biegen sich thalaufwärts in der Nähe einer zweiten Brücke um, nun mehr nach N. einfallend und brechen dann rasch an einer Verwerfungsspalte völlig ab, an welcher dafür glimmeriger Phyllit sich einstellt. Es streicht also hier die grosse O.-W. Verwerfung durch, die wir zuletzt bei St. Colombano erwähnt haben. Doch wird hier im Serimando-Thal die Hauptverwerfung noch von mehreren Nebenspalten begleitet, welche bewirken, dass nach kurzer Strecke der Phyllit wieder verschwindet und noch einmal ein zerrissener und

unregelmässig gelagerter Complex des rot
steins in der Nähe des Seitenthälchens Ma
taucht. Doch auch dieser hat keinen Bestand
nun erst der Hauptzug des Phyllits der i
Mächtigkeit bis hoch an das Gehänge des M
und Mt. Dasdana einer Seits gegen Passo
anderer Seits gegen Mt. Crestoso über die Hüt
emporreicht. Dabei beobachtet man ein f
unter durchschnittlich 65° nach N. geneigt
Nur untergeordnet liegen in diesem Phyllit
eingebettet granitischer Gneiss und häufiger
varietät, welche in der Schweiz und von S
sannaschiefer bezeichnet wurden. Wir haben sol
schichten, sog. Phyllitgneiss, schon bei A
Maniva-Pass kennen gelernt. Bemerkenswer
nun noch jene fast dichten Varietäten die
welche ein Feldstein-ähnliches Aussehen anneh
vereinzelte Körnchen von Orthoklas und
Grundmasse namentlich auf dem Querbru
lassen. Wir werden später darauf zurückkom

An einer kesselförmigen Schlucht, in wel
obersten Ausläufer des Serimando Thals sich g
sich über diesem Phyllitgebiete plötzlich eine f
hohe Porphyrmasse und zieht sich lagerförmi
hänge gegen die Höhe des Mt. Mufetto fort.
ist von röthlicher und grauer Farbe und ko
ersten Zugs im Valle di Freg ziemlich gleich
vorherrschend dunkler gefärbt. Es kommen
varietäten vor, eine braunröthliche und grünli
näherer Betrachtung erweisen sich beide ge
als Uebergänge zu Porphyrit, da sie
Mengen von Plagioklas und hier und da auc
enthalten, im Uebrigen aber aus einer ansche
Grundmasse mit reichlich eingestreuten Quarzkö

spath, Glimmerblättchen, nebst rundlichen Magneteisenkörnchen bestehen. Bei der braunrothen Varietät ist die Grundmasse sehr dicht, ohne dass sie bei schwacher Vergrösserung sich in einzelne Bestandtheilchen auflöst; diese treten erst bei stärkerer Vergrösserung und bei Anwendung von polarisirtem Lichte deutlich als feinste, auch in p. L. einfarbige Nädelchen hervor, zwischen denen in reichster Menge feinster Staub eines schwarzen Eisenminerals, eingestreut ist. Bei der grünlichgrauen Varietät ist die Grundmasse viel deutlicher, schon bei schwacher Vergrösserung leicht kenntlich feinkrystallinisch ausgebildet. Die kleinen Feldspathkryställchen der Grundmasse sind im p. L. einfarbig, während zahlreiche grössere Ausscheidungen einem Plagioklas angehören. Die fasrige dunkelolivengrüne Hornblende ist nur in vereinzelten Kryställchen beigemengt.

Die Analyse dieses Porphyrs ergab mir übrigens eine Zusammensetzung, wie sie viele Porphyre besitzen, nämlich:

Kieselsäure	71,50
Titansäure	0,25
Thonerde	10,79
Eisenoxyd	3,52
Eisenoxydul	2,88
Manganoxydul . . .	0,30
Kalkerde	0,15
Bittererde	0,31
Kali	6,87
Natron	2,76
Kohlensäure	0,13
Phosphorsäure . . .	Spuren
Wasser	1,00
	100,46

Es geht daraus das Vorherrschen eines Kalifeldspaths unzweideutig hervor, während der geringe Kalkgehalt und

relativ kleine Natrongehalt die nur untergeordnete Betheiligung eines Plagioklases beweisen.

Ueber diesen Porphyr streichen graue und grünlichgraue Sandstein- und Conglomeratbänke zu Tag, wie solche im Valle di Freg oberhalb des ersten Porphyrlagers beobachtet wurden. Beiläufig 50 m. über dem Porphyr ist in diesem System der Sandsteine jenes berühmte Lager schwärzlicher, plattiger, ziemlich dünnbankiger Sandsteinschiefer gleichförmig eingebettet, welche die viel besprochenen Dyaspflanzen enthalten. Das Lager zieht sich hier am Südgehänge des Mt. Dasdana gegen Mt. Maniva empor. Die Schichten sind beiläufig 30 m. mächtig und fallen in St. 11 mit 35° nach N.-W. ein; man gewinnt aus ihnen ein Material zum Dachdecken und z. Th. auch zur Herstellung von Wetzsteinen.

Ich verdanke der besondern Gefälligkeit des um das Auffinden und die Ausbeutung dieses berühmten Pflanzenlagers so wohlverdienten Directors Bruni in Collio[9]) ein Sammlung dieser Pflanzenreste, welche merkwürdiger Weise in Bezug auf die Art der Erhaltung und auf die Beschaffenheit des Gesteins dem durch Pichler entdeckten Vorkommen von Steinach gleichen. Die Pflanzenreste sind im Ganzen ziemlich schlecht erhalten. Bestimmt wurden von Geinitz früher folgende Arten:

Walchia piniformis	*Sphenopteris oxydata* Göpp.
„ *filiciformis*	„ n. sp. aff. *Guetzoldi*
Schizopteris fasciculata Gutb.	„ Gutb. = *(Suessi)*
Noeggerathia expansa Brongn.	„ *tridactylites* Brongn.
	Unbestimmbares.

9) Leider war dieser vortreffliche und wohlwollende Naturforscher bei meinem Besuche in Collio abwesend, doch habe ich durch seine Freundlichkeit wichtiges Material erhalten, wofür ich bei dieser Gelegenheit gerne meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Digitized by Google

Ausser diesen nicht sehr zahlreichen Pflanzenresten finden sich neben den von Curioni erwähnten *Estheria minuta*-ähnlichen Thierformen ziemlich häufig Fussspuren von *Chirotherium*-artiger Form zwar deutlich genug, um sie mit aller Bestimmtheit als zu einer Gruppe von Thieren gehörig zu erkennen, aber doch nicht zureichend scharf, um mehr als die äusserliche Form-Aehnlichkeit mit *Saurichnites* Gein. des deutschen Rothliegenden zu constatiren.

Welchen Thierarten aber sie auch zugetheilt werden mögen, soviel ist klar, dass die Schiefer, in welchen sie vorkommen durch dieselben als eine Strand- oder Uferbildung charakterisirt werden in Uebereinstimmung mit den Pflanzeneinschlüssen, die vom damals nahen Festlande abstammend in das anstossende seichte Meer eingeschwemmt worden sind. Noch bestimmter beweisen die auf den Schichtflächen hervortretenden, oft netzförmigen Rippen, welche die Ausfüllungen von Austrocknungsrissen darstellen, dass diese Gebilde am Strande zeitweise bloss gelegt waren, so dass sie austrocknen konnten. Ausserdem kommen noch eigenthümliche Butzen- oder Knollen-förmige festere Erhabenheiten auf den Schichtflächen vor, welche man, wohl nicht mit Recht, als Früchte (frutti) deutet, es scheinen vielmehr bloss Mineralconcretionen oder Wülste zu sein.

Ueber diesen Pflanzenschiefern lagern oft tuffige feine, grünlichgraue, zu Wetzstein brauchbar Sandsteine, und Breccien von schmutzig röthlichgrauer und grünlichgrauer Farbe, bis sich etwa 150 m über dem Porphyrlager rothe Conglomerate und Sandsteine einstellen, die ununterbrochen bis zum Gipfel des Mt. Colombino fortsetzen. Ob diese zu oberst nur schwach nach N. einfallende Gesteinsreihe noch der unteren Region zuzurechnen oder aber bereits dem sog. Grödener Sandstein gleichgestellt werden müsse, ist wegen des Mangels einer direkten Ueberlagerung von *Posidomomya Clarai*-Mergel schwer zu entscheiden. Es

Digitized by Google

sollen solche Mergelbildungen zwar in den nördlich vorliegenden Bergen zu finden sein z. B. am Mt. Bordell, aber ich habe sie nicht selbst beobachtet.

Abgesehen von geringerer Mächtigkeit der Schichten des sog. Rothliegenden finden wir demnach in diesem Profile bei Collio eine völlige Uebereinstimmung der tieferen Lagen mit jenen des Valle di Freg bei Bagolino. Beide Bildungen sind geologisch bestimmt als identisch zu betrachten und das Pflanzenlager von Collio gehört unzweifelhaft einem viel älteren Horizonte an, als das Neumarkt-Recoaro-Lager. Dagegen ist sehr bemerkenswerth, dass hier am Südrande der Schieferzone der Complex der rothen, den Grödener Schichten gleicher Sandstein und Conglomerate ohne Begleitung der älteren grauen Schichten des sog. Rothliegenden auftritt. Dies spricht mit Bestimmtheit für die Unabhängigkeit beider Bildungen, die grösser ist, als es bei zwei verschiedenen Gliedern einer Formation vorzukommen pflegt. Gehören beide Bildungen aber zwei grösseren Bildungszeiten an, so kann der rothe Sandstein wegen seines innigsten und constanten Verbandes mit dem *Posidonomya Clarai*-Mergel nur dem Trias zugezählt werden, nicht aber für ein Aequivalent der oberen Dyas oder des Zechsteins gelten.

5. Val Trompia und Pezzazo.

Das Thal der Mella schneidet unterhalb Collio wieder in den typischen rothen Sandstein und die Conglomeratbänke ein, wie wir sie als unmittelbare Basis der *Posidonomya Clarai*-Mergel bereits kennen. Zwischenlagen von schwarzem Kalk oder von gelbem Dolomit (Bellerophon-Schichten) lassen sich auch hier durchaus nicht beobachten.

Gleich unterhalb Collio setzt in diesen rothen sandig-conglomeratigen nach S.-W. einschiessenden Bänken ein

Digitized by Google

schmaler, aber sehr deutlich ausgeprägter Gang von Spatheisenstein durch. Daneben steht auch ebenso sicher fest, dass weitaus die grösste Anzahl der Bergamasker Spatheisensteinerze flötzweise im Servino eingebettet sind und dass ein gangweises Auftreten nur zu den sekundären Erscheinungen zu zählen ist.

Verbindet man beide Thatsachen mit einander, so scheint daraus hervorzugehen, dass zwar der eigentliche Herd der Bergamasker Eisenerze der Servino ist, in welchem zahlreiche Flötze oder linsenförmig ausgebildete Lagen eingeschlossen vorkommen, dass aber ausserdem noch von dieser flötzweisen Ausbreitung aus eine nachträgliche Bildung von Erzen auf Gangspalten des benachbarten, hauptsächlich untergelagerten Gesteines stattfand. Auf diese Art scheint sich vielfach das flötzweise mit dem gangweisen Vorkommen vereinigt einzustellen; doch dürften weitvorherrschend auf den ersteren die in früheren Zeiten ungemein zahlreichen Eisenerzbergwerke ihre Baue betrieben haben.

Der Thalweg bietet etwas weiter abwärts auf der neu angelegten Strassenstrecke nächst Bovegno ein Profil im rothen Sandstein, wie es besser ausgeschlossen nicht wohl in diesem Gebirge wieder zu finden sein möchte. Da wo die neue von der alten Strasse abgeht, stehen grosse Bänke des rothen Sandsteins mit nur spärlichen Quarzgeröllen steil nach S. einfallend an. Intensiv rothe Lettenschiefer bilden darin Zwischenlagen. Nun folgt auflagernd:

1)	1,3 m	mächtig	weisser Sandstein,
2)	1,0 „	„	dünngeschichteter, wellig gebogener, grünlicher Sandsteinschiefer,
3)	1,75 „	„	braunes, mullig zersetztes, dolomitisches, Gestein mit Eisenerz (ein Eisenerzflötz).
4)	1,55 „	„	dichter, harter, spathiger, braunverwitternder Sandstein,

5)	30,0 m	mächtig	grauer, gelbverwitternder Mergelschiefer mit *Posidonomya Clarai* der Seisser Schichten mit festeren Zwischenbänken und einzelnen Sandsteineinlagerungen,
6)	24 m	„	bis zur Brücke meist intensiv rothe Schiefer wechsellagernd mit festen dolom. Bänken und der sehr charakteristischen Conglomeratbank und dem rothen Oolith voll von *Holopellen*,
7)	60,0 m	„	S. von der Brücke Fortsetzung dieser Schichtenreihe, in sandigen Bänken *Myophoria* vom Typus der *fallax* u. A.
8)	5,0 m	„	intensiv rothe Mergelschiefer,
9)	45 m	„	verrutschtes und bedecktes Terrain,
10)	50 m	„	Rauhwacke, grossluckig, porös, stellenweis mergelig und gypsig, im Hangenden mit einer Lage intensiv rothen Mergels,
11)	30 m	„	schwarzer, dünngeschichteter Kalk, unter dolomitisch, gelb verwitternd, nach oben fasrig mit thonig glimmerigglänzenden Flächen, ohne deutliche Versteinerungen,
12)	10 m	„	nahe bei Zigole ein mächtiger Stock eines grünen, in Folge der Zersetzung braunen Eruptivgesteins (nach Lepsius Microdiabas S. 174 u. 314). Die Grenze gegen den schwarzen Kalk ist nicht direkt entblösst, doch ist die Lagerung des letzteren nicht merklich gestört,
13)	8 m	„	es folgen nun knollige, schwarze Kalke mit zahlreichen *Brachiopoden (Terebratula vulgaris, Spirigerina Mentzelei)*, Reste von *Ammoniten*, *Encriniten* Stielen und zahlreichen *Pentacriniten*. Es ist

Digitized by Google

dies die bekannte Brachiopodenbank des alpinen Muschelkalks.

14) 2—3 m mächtige schwarze verwitternde stark knollige Kalke mit Hornsteinputzen ganz nach Art der Buchensteiner Kalke,

15) 50 m „ wohl- und dunngeschichtete, schwärzliche Kalkschiefer mit zwischengelagerten Tuffschichten, splittrig brechender Pietra verte und bröcklichem schwarzem Kalkmergel mit zahlreichen Versteinerungen, darunter die charakteristische *Halobia Lommeli*. — also typische Wengener Schichten.

Bemerkenswerth ist eine mittezwischenliegende intensiv rothe Mergelschicht (Brücke bei Ajale).

Wir haben in diesem Durchschnitte ein lehrreiches Profil von dem rothen Grödener Sandstein durch die Seisser und Campiler Schichten, den Muschelkalk, den Wengener Mergel bis nahe zum Kalk des Dosso alto ganz genau in der Entwicklung Südtirols vor uns, nur dass unten die Bellerophonkalke fehlen, wenn man nicht die Schichten unter 2) und 3), dafür ansehen will, und unter der Brachiopodenlage des Muschelkalks ein mächtiger Complex schwarzer Kalke sich bemerkbar macht. Thalabwärts heben sich in Folge einer Schichtenverrückung noch einmal die Bänke des Brachiopodenmuschelkalks hervor und werden nahe bei Etto wiederum von Wengener Halobien-Schichten überdeckt.

Wendet man sich bei Taverna-Lavone vom Hauptthale in das Seitenthal gegen Pezzaze, so durchschneidet man denselben Schichtenzug noch einmal meist in schönen Aufschlüssen bis zu der Rauhwacke, aber in umgekehrter Ordnung. Bei Pezzaze liegt mächtiger Schutt über den tieferen Gesteinsmassen.

Digitized by Google

Wir wissen nunmehr nach diesem Profil genau, dass der schwarze plattige Kalk unter der Brachiopodenbank des Muschelkalks liegt.

6. Der Durchschnitt zwischen Pezzaze und dem Iseosee und Ogliothale.

Bei dem Uebergange vom Pezzaze über die hohe Colina di Szeno in das Val Paletto wiederholt sich fast genau dieselbe Erscheinung, wie am Pass Maniva. Man steigt von Pezzaze an über stark von Gebirgsschutt überdecktes, nicht sehr steiles Gehänge, in dessen Untergrund an zahlreichen Stellen glimmerreicher Phyllit mit südlichem Einfallen beobachtet wurde.

Auf der Passhöhe selbst erkennt man bestimmt eine Sattelbiegung der Phyllitschichten, so dass sie im S. südwärts, im N. nordwärts einfallen. Beiderseits legen sich nun unmittelbar über dem Phyllit die Schichten des rothen Sandsteins an, die wir fortan gradezu als Grödener Schichten bezeichnen wollen, weil die in Italien und in der Schweiz wohl auch für diese Bildung in Anwendung gebrachte Bezeichnung „Verrucano" wegen Verwechselung mit den Conglomeraten des Rothliegenden nicht weiter zulässig erscheint.

Die rothen Sandsteinbänke sind flach geneigt und tragen nun beiderseits die im Val Trompia bezeichneten hangenden Schichten, wenn auch in weniger guten Aufgeschlüssen über sich. Nordwärts ist es der rothe Sandstein mit conglomeratigen Bänken, welcher sich weit über den Rücken ausbreitet und einerseits einen Flügel gegen das Gebiet des Mt. Colombino, andererseits hinab zum Ogliothal sendet, wo die rothen Sandsteinlagen durch die Felseninseln bei Darfo mit den Schichten am Eingang in das Dezzothal in Verbindung stehen.

Auf der Südseite des Sattels machen sich besonders

die schwarzen Kalke bemerkbar, welche am Gehänge gegen Mt. Guglielmo ausstreichen und in W.-Richtung zum Iseosee fortsetzen. Also auch hier finden wir die Grödenerschichten selbstständig und ohne Begleitung von Rothliegendem unmittelbar über Phyllit entwickelt, was deren Unabhängigkeit immer mehr bestätigt. Dabei ist noch ausserdem zu bemerken, dass wir zwar auf diesem Passe ähnlichen Lagerungsverhältnissen begegnen, wie längs der bis jetzt so vielfach erwähnten O.-W.-Verwerfung, dass aber dieser Punkt weit aus der Streichungslinie nach S. verschoben erscheint. Eine der Judicarien-Spalte gleichlaufende Linie vom Mt. Muffetto herstreichend deutet die Richtung an, in welcher gleichsam eine Schleppung nach S. stattfand, so dass dann westwärts, allerdings nunmehr in NW.-Richtung die Verwerfung fortsetzt. Damit stimmt auch die Beobachtung überein, dass von Colina di Szeno abwärts durch das Palettothal uns ununterbrochen in grosser Einförmigkeit die Phyllitschichten begleiten. Erst dicht vor Fraine treten wieder ganz eigenthümliche störende Momente hervor.

Schon ehe man den Ort Fraine erreicht, legen sich plötzlich unmittelbar über Phyllitschichten wieder Bänke rothen Sandsteins an, ohne dass sich eine Spur grauer Schichten, welche dem Rothliegenden zu vergleichen wären, bemerken lässt. Bald hebt sich auch ein typischer Quarzporphyr aus dem Untergrunde hervor und die rothen Sandteine der Grödener Schichten stehen hier genau in demselben Verhältnisse zu diesem Porphyr, wie in der Botzener Gegend oder in dem Distrikte von Belluno in dem Bündener Gebirge. Was aber diese Wechselbeziehung zwischen rothen, zuweilen conglomeratigen Sandsteinlagen und dem Porphyr hier noch interessanter macht, ist die Thatsache, dass, wie sich dies an der grossen Wegkrümmung zwischen Fraine und Sonvico gut beobachten lässt, in

Digitized by Google

der Porphyrnähe der Sandstein in eine dem Sericit- oder Phyllitgneiss sehr ähnliche Gesteinsart übergeht, genau so, wie ich es bei Stuls unfern Belluno und auch mehrfach im Davoser-Thale beobachtet habe.

Es legt sich nämlich zunächst an den normalen Porphyr eine flaserig schiefrige Bildung an, welche in der Hauptmasse einem hellfarbigen Porphyr oder häufiger einem Thonstein gleichkommt und in dieser gleichförmig dichten feldsteinharten Hauptmasse einzelne Ausscheidungen von Quarz, Orthoklas und Glimmer enthält, zugleich aber durch eine weiche, hellgrüne Sericit-artige Substanz durchflasert ist, so dass das Gestein im Ganzen ein schiefriges Gefüge annimmt und manchen Phyllitgneissvarietäten oder sog. Porphyroiden täuschend ähnlich wird. Man könnte solche Gebilde wohl Porphyrschiefer nennen. Nun ist oft zwischen diesem Flaserschiefer und dem rothen, schiefrigen Sandstein kaum eine Grenze zu finden, und wo diese hervortritt, stellt sich eine eigenthümliche Breccienbildung ein, welche aus meist kleinen scharfen Bröckchen von Porphyr, Quarz und, was besonders bemerkenswerth erscheint, von Phyllit verkittet durch eben jene Feldstein- und Sericitähnliche Masse, welche wir oben bei dem flaserigen Schiefer kennen gelernt haben, besteht. Damit scheint angedeutet zu werden, dass die Bildungszeiten des rothen Sandsteins und die Eruption des Porphyrs nicht sehr weit auseinander liegen.

Um diese dem ächten Phyllitgneiss im Aeusseren oft täuschend ähnlichen Gesteine der Porphyre und der Reihe der Grödener Sandsteine, wie solche mit dem sog. Verrucano der Schweizer Geologen häufig in Verbindung treten, näher kennen zu lernen, wurde die Sericit-artige Substanz einer Analyse unterworfen und dadurch deutlich erkannt, dass hier das äussere Aussehen der Masse uns ein trügerisches Bild vorführt.

Digitized by Google

Die grüne Sericit-ähnliche Zwischenmasse ist zu 22,4% durch Schwefelsäure zersetzbar und ausserordentlich Kieselsäure-reich.

In nachfolgenden bezeichnet:

I. die Bauschanalyse dieser grünlichen Substanz,

II. die Zusammensetzung des in Schwefelsäure zersetzbaren Antheils (22,4%) nach H. Schwager's Untersuchung,

III. die von Lossen aufgestellte theoretische Zusammensetzung des Nassauer Sericits:

Bestandtheile	I.	II.	III.
Kieselsäure . . .	82,69	58,78	51,43
Thonerde . . .	8,36	19,41	25,06
Eisenoxydul . . .	2,57	4,71	8,77
Kalkerde	0,46	0,67	—
Bittererde . . .	0,58	1,01	—
Kali	2,65	7,76	11,45
Natron	0,17	0,16	—
Wasser	1,93	5,94	3,29
Summe	99,41	98,44	100,00

Die grüne Substanz scheint demnach eine Vermengung von Quarz mit einem Onkosin-artigen Mineral darzustellen, welche nur äusserliche Aehnlichkeit mit Sericit besitzt und einen durch Zersetzung umgebildeten Thonstein darstellt. Aehnlichen Gesteinsübergängen begegnet man häufig in den Graubündener Alpen z. B. bei Stuls, Bellaluna, Bergen, im Davoser Thal, bei Ponte u. s. w.

Ehe man auf dem Wege von Fraine nach Pisogne den Ort Sonvico erreicht, legt sich jenseits der Porphyrkuppe

Digitized by Google

wieder der Complex der Grödener Schichten und unmittelbar darüber die Seisser- und jüngeren Mergelschiefer an, denen in der tiefen Schlucht von Valle Tel grossluckige Rauhwacke folgt. Eine Verwerfung schneidet diesen Schichtenzug plötzlich ab und bringt weiter abwärts noch einmal die Schichten des rothen Sandsteins und der Conglomerate zum Vorschein. Diesen legen sich dann wieder in normaler Folge die Seisser-, Campiler-Schichten und in der Schlucht der V. Torbiolo bei Pieve vecchia zum 2 Male Rauhwacke, hier mit weichen gypshaltigen Zwischenschichten an, um ihrer Seits weiter dem schwarzen Kalke zur Unterlage zu dienen, der das Steilgehänge SO. oberhalb Pisogne bildet und durch den See quer durchstreichend oberhalb Lovere an der nördlichen Thalseite wieder auftaucht.

Bei diesem leicht zu überblickenden Fortstreichen der Schichten von O. nach W. oder NW und NO. ist bemerkenswerth, dass die bisherige vorherrschend O.-W., oder doch SO.-NO. Streichrichtung nunmehr auf der Westseite des Ogliothals fast rechtwinkelig sich abbiegt und sofort auf eine weite Gebirgsstrecke hin von SW. nach NO. gewendet bleibt, ohne dass damit tief einschneidende Veränderungen in der Zusammensetzung der Gebirgsschichten verbunden sind.

Denn gleich oberhalb Lovere finden wir unter den mächtigen Diluvialnagelfluhbänken der Thalterrasse denselben schwarzen Kalk, wie bei Pisogne, und bei Volpino eine mit der Rauhwacke verbundene, erstaunlich mächtige Gypsbildung, auf der hier fast das ganze Dorf steht. Sie zieht sich über Castello zum Sattel des Kirchleins S. Vigilio o Lovano zu dem wir über die grossartigen Schutthalden des schwarzen Kalks emporsteigen. Das Steilgehänge gegen das Ogliothal oberhalb Rogno wird von schroffen Felsrippen der rothen Sandsteine und Conglomerate gebildet, welche auch in dieser Gegend an dem Felsen des Kirchleins

Digitized by Google

S. Vigilio Seisser- und Campiler Schichten über sich tragen. Wir haben also hier noch ganz die regelmässige Aufeinanderfolge von den Grödener Schichten bis zum Muschelkalk. Der Weg von S. Vigilio über Monti, Anfuro bis Angolo in Dezzothale führt ununterbrochen über diese fast in gleicher Richtung streichenden Triasglieder, unter denen auch hier der röthliche, von Holopellen-Kerne erfüllte Oolith in's Auge sticht. Erst kurz vor Angolo steigt man auf steilem Gehänge über rothe Sandsteinbänke zum Dezzothale hinab.

7. Dezzothal — Val di Scalve.

Die neue, durch das Dezzothal[10]) gebaute Strasse hat nicht nur das an den herrlichsten Naturschönheiten überreiche Schluchtenthal zugänglich gemacht, sondern auch zahlreiche, für die geognostische Wissenschaft besonders lehrreiche Profile aufgeschlossen.

Schon gleich oberhalb Angolo begegnen wir schwarzem, quer über das Thal ziehenden Kalkschiefer im Wechsel mit Tufflagen und grüner Pietraverde. Die zuerst anstehend zu beobachtenden Schichten sind kohlschwarze, hornsteinführende Kalke vom Typus der Buchensteiner Schichten. Dann folgt die Reihe der dünngeschichteten Kalkschiefer, welche zahlreiche Fischschuppen, *Aon*-artige *Ammoniten*, *Halobien* und in Unzahl *Posidonomya wengensis* beherbergen. Es sind diess typische Wengener Schichten. Trotz vielen Biegungen und örtlichen Unregelmässigkeiten ist das allgemeine Einfallen nach NW. auf weite Strecken zu bemerken. An den höheren Gehängen setzt sich darauf das hohe Kalkgebirge auf. Ehe dasselbe in seiner Neigung nach NW.

10) Obwohl bereits Lepsius dieses Thal geognostisch ausführlich beschrieben hat, halte ich es doch nicht für überflüssig, die Aufmerksamkeit nochmals auf die prächtigen Profile des Querthales zu lenken.

in die Thalsohle herab sich einsenkt, erhebt sich plötzlich nahe bei Val Iada ein mächtiger Fels eines prächtig grünen Eruptivgesteins ganz vom Pophyrcharakter, in dessen anscheinend dichter Grundmasse nach Art der Porphyre Orthoklas — selten Plagioklas — Quarz und grüne Glimmer eingesprengt vorkommen. Hornblende kann ich in den von mir eingesammelten, zahlreichen Gesteinsproben nicht als wesentlich ansehen, da ich zahlreiche Dünnschliffe aus verschiedenen Stellen der Eruptivmasse habe anfertigen lassen, welche keine Hornblende enthalten, in einzelnen Fällen fand ich zwar einige Hornblendenädelchen, aber immer höchst spärlich, nicht häufiger als in dem Porphyr von Colombino.

Lepsius[11]), wie Roschenbusch, bezeichnen das Gestein als Porphyrit. Letzterer bemerkt, dass dieses Gestein sich durch einen accesorischen Gehalt an braunem Glimmer und Quarz, so wie durch das Fehlen einer eigentlichen Basis, an deren Stelle eine kryptokrystalline Grundmasse getreten ist, sich von den echten Porphyriten unterscheide. Damit würde allerdings der sehr geringe Kieselsäuregehalt stimmen, im Uebrigen aber macht das Gestein auf mich den entschiedenen Eindruck eines Porphyrs.

Was diesen Durchbruch eines Eruptivgesteins aber geologisch besonders interessant macht, ist die deutlich gangförmige Durchsetzung desselben durch schwärzliche und grauliche Kalkbänke, welche der Grenzregion der Wengener und Esinokalkschichten angehören. Das Eruptivgestein ist nicht bloss an und durch den Kalk geschoben, sondern unzweifelhaft in weichem Zustande durch denselben emporgepresst worden. Denn wir finden an den Gangspalten der schief durchschnittenen Kalkbänke eine so innige Verwachsung von Porphyr und Kalkmasse, dass man von diesen

11) Lepsius a. a O. S. 183 und 317. Rosenbusch P. d. G. II. S. 291; Curioni nennt das Gestein von dieser Stelle Porfido basico.

Digitized by Google

Berührungsstückchen Dünnschliffe herstellen kann, die recht deutlich die innige Verbindung beider Gesteine an den Begrenzungsflächen erkennen lassen. Auch dringt das Eruptivgestein in feinen, oft nur messerrückendicken Aederchen vielfach in den Kalkstein weit hinein und enthält überdies zahlreiche Kalksteinbrocken in der Teigmasse rings eingeschlossen. Diese eingeschlossenen Kalkstückchen sind stark verändert, hellfarbig grünlich, wie von Porphyrsubstanz durchtränkt und an den Rändern mit demselben verflossen, während der an den Porphyr direkt angeschlossene Kalk äusserlich kaum eine andere Veränderung erkennen lässt als eine etwas hellere Färbung und ein fein krystallinisches Gefüge. Aus einer schief von der Eruptivmasse durchschnittenen Kalkbank konnte ich aus verschiedenen Entfernungen von der Ganggrenze Material sammeln, um es bezüglich eines erlittenen Einflusses zu prüfen. Es ergab sich Folgendes:

Ich stelle zunächst an die beiden Enden der Reihen auf der einen Seite

I. das Eruptivgestein mitten aus der Gangmasse, wo es, wie man annehmen muss, am wenigsten von dem Contacte beeinflusst ist, — auf der anderen Seite

VI. den Kalk aus der durchsetzten Kalkbank, aber 15 m entfernt von der Durchbruchsstelle. Dann folgen:

II. Eruptivmasse direkt an der Contactstelle verwachsen mit Kalk, aber von diesem sorgfältig abgetrennt, dann

III. im Porphyr ringsum eingeschlossene Kalkbröckchen, ferner

IV. Kalk unmittelbar mit der Eruptivmasse verwachsen und endlich

V. Kalk aus derselben Kalkbank, aber 1 Meter entfernt von der Contactfläche.

Digitized by Google

Bestandtheile	I	II	III	IV	V	VI
Kieselsäure .	55,60	51,64	47,78	17,15	6,24	6,54
Thonerde . .	22,30	21,84	17,01	2,50	1,92	1,24
Eisenoxyd . .	3,50	2,85	2,50	0,25	0,73	0,74
Eisenoxydul .	4,50	4,39	3,75	1,00	0,28	0,50
Kalkerde . .	1,75	1,80	11,43	43,63	48,74	48,86
Bittererde . .	1,65	5,76	4,00	0,54	1,84	1,28
Kali	3,42	3,55	3,50	0,29	0,74	0,50
Natron . . .	1,56	1,86	1,50	0,85	0,46	0,40
Kohlensäure .	2,52	4,56	8,64	33,90	39,16	38,57
Wasser . . .	2,42	2,16	0,55	0,05	0,60	0,85
	99,22	100,41	100,66	100,16	100,91	99,48

Aus der Vergleichung dieser Analyse ergeben sich ganz eigenthümliche Verhältnisse. Was zunächst die Zusammensetzung des, soweit sich beurtheilen lässt, ganz unzersetzten Gesteins mitten aus der Eruptivmasse entfernt von der Kalkgrenze anbelangt, so ist dessen basische Natur bei relativ geringem Gehalte an Kieselerde (55,6%) bei einem zudem höchst geringen Gehalt an Kalk und Bittererde sehr auffallend, um so mehr, da doch grössere Quarzkörnchen ziemlich häufig in der Porphyrmasse sich bemerkbar machen. Auch ist der Gehalt an Natron (1,56%) gegen jenen an Kali (3,42%) nicht gross genug, um in der Hauptmasse eine Natronfeldspathsubstanz voraussetzen zu können, viel weniger wegen der geringen Kalkerdemenge einen anderen Plagioklas. Ist man genöthigt das Vorwalten einer Orthoklassubstanz anzunehmen, so stimmt dazu der geringe Kieselsäuregehalt sehr schlecht. Doch bemerkt man in der undeutlich krystallinischen, an das Dichte grenzenden, aber in p. L. durchweg deutlich als doppelt brechend sich darstellenden Grund-

Digitized by Google

masse zahlreiche, hellgrüne Streifen und Schlingen einer gleichfalls doppelt brechenden Substanz, die nicht oder sehr schwach dichroitisch ist, von Salzsäure nur schwierig zersetzt wird, weder mit Chlorit noch Chloropit sich vergleichen lässt, und einem Eisenoxydulthonerdesilikat mit geringem Gehalte an Kieselerde anzugehören scheint. Jedenfalls trägt die Beimengung dieser prächtig grünen, auch oft mitten in den Quarzkörnchen eingeschlossenen Substanz viel dazu bei, den Gesammtgehalt an Kieselsäuren wesentlich herabzu drücken. Um die versteckte Beimengung etwa eines Zeolithes oder eines an Kieselsäure-armen feldspathigen Minerals aufzufinden, wurde das feinste Gesteinspulver mit concentrirter Salzsäure längere Zeit hindurch behandelt. In Lösung ging 16,145% mit 2,52% Kohlensäure, die an Kalkerde, Bittererde und Eisenoxydul gebunden ist; ausserdem 2,4% Wasser. Rechnet man von obigen 16,145
ab Karbonate 5,725
so bleibt Rest: 10,420, dessen Procentzusammensetzung zu kleinen Mischungsverhältnissen hinführt, welche sich deutlich als eine bestimmte oder als Gemenge verschiedener Mineralien ansehen lässt. Bemerkenswerth ist nun der nicht unbeträchtliche Gehalt an Karbonat, welches aber nicht, wie in anderen Fällen, als Zersetzungsprodukt zu deuten ist, sondern einen aus dem benachbarten Kalkgestein infiltrirten Absatz, wie da oder dort bemerkbare kleine Kalkspaththeile verrathen, darstellt.

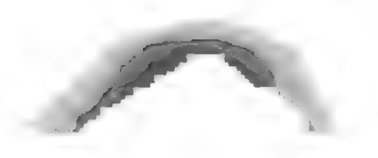
Der unmittelbar an den Kalk angrenzende Porphyr (Analyse II) unterscheidet sich durch einen geringeren Kieselsäure- und grösseren Bittererdegehalt. Ausserdem macht sich eine etwas stärkere Beimengung von Karbonat bemerkbar, doch ist letztere immerhin gegenüber der unmittelbaren Nähe des Kalksteins auffallend gering. Wider alles Erwarten klein ist die kaum kennenswerthe Zunahme an Kalkerde im Ganzen. Der Abnahme an Kieselsäure im Porphyr

Digitized by Google

scheint die Zunahme des zunächst anschliessenden Kalks an Kieselsäure zu entsprechen. Im Ganzen hat ein erstaunlich geringer Umtausch von Kalk zum Porphyr stattgefunden. Noch eigenthümlicher zeigen sich die im Porphyr mitten eingeschlossenen Knollen, die man auf den ersten Blick unbedenklich für die in den Teig eingewickelten Kalkbröckchen halten möchte. Doch sind sie meist durch und durch von der grünen Porphyrmasse durchdrungen, und zeigen an den Rändern, wo sie allmählig in die Porphyrmasse übergehen, Einschlüsse von Quarz und Glimmer. In Dünnschliffen ist ihre Grundmasse abweichend von der des Porphyrs eine wirre, trübe, wolkige, pulverige Substanz mit einzeln eingestreuten weisslichen Krystalltheilchen, Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen. Die Analyse eines solchen Einschlusses ergab:

Kieselerde	54,16
Thonerde	19,29
Eisenoxyd (mit Oxydul)	7,79
Kalkerde	4,48
Bitterde	4,46
Kali	1,93
Natron	2,83
Kohlensäure	3,24
Wasser	2,83
	99,86

Diese Zusammensetzung weicht so wenig von der des Porphyrs selbst ab, dass man zweifeln könnten, ob man diese Ausscheidungen für abgerissene und eingewickelte Kalkstückchen halten darf. Nicht leicht begreiflich wenigstens ist es, wesshalb der Kalk nicht zur Bildung von Kalksilikaten Verwendung gefunden hat. Die unter III oben mitgetheilte Analyse bezieht sich nun auf ein Stückchen von fast rein weisser Farbe und krystallinischem Gefüge, welche sich



Digitized by Google

scharf von der umhüllenden Porphyrmasse abgegrenzt zeigt. Hier scheint die Abstammung von dem benachbarten Kalk kaum anzweifelbar. Gleichwohl ist auch in diesem Falle obwohl die Substanz lebhaft braust, kaum mehr als 20% Karbonate vorhanden. Nimmt man das Karbonat weg, so bleibt ein Rest, dessen Zusammensetzung sich dem des Porphyrs nähert und nur mehr Kieselsäure nachweist. Derselbe wird durch kochende concentrirte Chlorwasserstoffsäure nur wenig zersetzt und zeigt weder eine Aehnlichkeit mit Zeolithen, oder Granat und sonst an den Contaktstellen im Kalk gewöhnlich ausgebildeten Mineralien. Als deren Zusammensetzung ergab sich:

Kieselsäure	56,82
Thonerde	12,01
Eisenoxyd	1,80
Eisenoxydul	3,19
Kalkerde	4,55
Bittererde	4,06
Kali	2,00
Natron	2,80
Wasser	2,73
	99,46

Daraus ergiebt sich eine so nahe Uebereinstimmung mit dem Porphyr, dass man diesen Rest in der That grössten Theils als in den Kalk eingedrungene Porphyrsubstanz ansehen muss.

In Dünnschliffen zeigt dieser Einschluss eine krystallinische Grundmasse mit eingestreuten grösseren und kleineren Kryställchen, vereinzelten Quarztheilchen und glimmerähnlichen Blättchen. Nimmt man mit verdünnter Säure die Karbonatbeimengung weg, so ändert dies verhältnissmässig wenig am Aussehen des Dünnschiffs. Hier und da ist

Digitized by Google

durch die Entfernung des Kalkspaths, der stellenweis ausgeschieden vorkommt, eine Lücke entstanden und zahlreiche der kleinen Krystallnädelchen sind verschwunden, doch ist die Hauptmasse scheinbar unverändert geblieben, nur dass man jetzt allerdings hellgrüne Streifchen deutlicher wahrnimmt, welche wie im Porphyr selbst durch die Hauptmasse sich durchziehen. Das Alles deutet auf bedeutende substanzielle Aenderungen hin, welche die im Porphyrteig aufgenommenen Kalkbröckchen erlitten haben, indem sie gleichsam von der Porphyrsubstanz durchtränkt wurden.

Die Verwachsung des Porphyres mit dem Kalk des Nebengesteins ist eine so innige, dass man, wie schon bemerkt, leicht Dünnschliffe herstellen kann, welche z. Th. aus Porphyr und z. Th. aus Kalkstein bestehen. Diese interessanten Contaktstückchen lassen auf der einen Seite in dem Porphyr keine irgend auffallende Verschiedenheit im Vergleich zu der entfernter liegenden Porphyrmasse wahrnehmen. Eine $^{1}/_{4}$—1 mm. breite ziemlich scharf geschiedene Grenzregion trennt den Porphyr von dem eigentlichen Kalk. Hier begegnen wir genau derselben Bildungsweise, wie in den mitten im Porphyr eingeschlossenen Kalkbröckchen: eine krystallinisch, höchst feinkörnige Grundmasse enthält zahlreiche kleinste Nädelchen, seltener grössere Kalkspaththeile und Quarzkörnchen neben grünlichen Streifchen, welche das Ganze durchschwärmen. Es bezeichnet ein feinstes, zackig welliges, dunkelgrünes Streifchen die eigentliche Abgrenzung von dem Kalktheil. Eine amorphe, glasartig erstarrte Zone ist nicht vorhanden. Der zunächst anstossende Kalk nun ist etwas heller gefärbt als das von der Porphyrgrenze entfernte Gestein, und anscheinend mehr feinkrystallinisch körnig. Diese Verhältnisse lassen sich in Dünnschliffen sehr deutlich erkennen. In diesen bemerkt man deutlich krystallinisch-körnige Theilchen von Kalkspath, zwischen welchen eine unklar krystallinische staubig

Digitized by Google

trübe Zwischenmasse verbreitet ist. Nimmt man durch schwache Säuren die kalkspathigen Gemengtheile weg, so bleibt eine porösschwammige, noch ziemlich zusammenhängende Masse übrig, die aus doppeltbrechenden, unregelmässig zackigen Stäbchen und Leistchen oder Körnchen besteht. An dem stellenweis sehr lebhaften Glanz der Farben i. p. L. glaubt man darunter Quarznädelchen erkennen zu können.

Aus allen diesen Erscheinungen an den Contraktflächen des Eruptivgesteins mit dem benachbarten Kalk geht hervor, dass der Einfluss des ersteren auf den durchsetzten Kalk in Bezug auf materielle Veränderung ein minimaler ist, der sich nur auf die allernächste, dem Porphyr unmittelbar angeschlossene Berührungsmasse des Kalkgesteins beschränkt. Dabei bleibt freilich immer unbestimmt, welches der ursprüngliche Grad des Einflusses war und wie viel an diesem durch die später sicher eingetretenen Wirkungen des circulirenden Wassers wieder unsichtbar geworden ist.

Verfolgt man das Profil nun weiter thalaufwärts, so biegen sich allmählig jene mächtigen weissen Kalklagen zur Thalsohle herab, welche die benachbarten Berghöhen krönen. Es sind meist hellfarbiggraue, sogar hellweisse Kalke, welche in mächtigen Bänken geschichtet, durch die bekannte Riesenoolithtextur sich auszeichnen. Durchschnitte von *Chemnitzien*, von einzelnen *Korallen* und am häufigsten von *Gyroporellen* lassen die Uebereinstimmung mit dem sog. Esinokalk oder den Wettersteinkalk der Nordalpen nicht verkennen. Die Bänke haben durchschnittlich ein Einfallen nach NW., sind aber vielfach gebogen, geschlungen, zu Mulden und Sättel zusammengeschoben und von dem Gewässer des engen Thaleinschnitts zu den sonderbarsten Felsformen ausgenagt.

Das häufige Vorkommen von *Gyroporella* in diesem Kalke — *G. annulata* und *multiserialis* sind ungemein

Digitized by Google

häufig — giebt mir Veranlassung an dieser Stelle mich etwas ausführlicher über diese nunmehr zu den Kalkalgen verwiesenen Organismen auszusprechen, um so mehr als Benecke in einer jüngeren Abhandlung[12]) über Esino gewichtige Bedenken gegen meine Zusammenfassung der Formgruppe der *Gyroporella annulata* und *vesiculifera* erhoben hat.

Zunächst darf ich bemerken, dass ich längst davon vollständig überzeugt bin, dass *G. vesiculifera* einen höheren Horizont einnimmt, als die typische *G. annulata* des Wettersteinkalkes. Ich habe bereits in dem ersten Abschnitte dieser Mittheilungen darüber berichtet, und das massenhafte Auftreten derselben im Hauptdolomite W. vom Gardasee erwähnt. Nach Benecke fehlt nun bei dieser Art der Nachweis, dass die Poren nach Aussen führen, d. h. eine Oeffnung nach Aussen besitzen. Auch gewinnt diese Form dadurch eine gewisse Eigenthümlichkeit, dass die Höhlräumchen nicht in einem geschlossenen Kreise stehen; desshalb glaubt Benecke folgern zu sollen, dass darin ein besonderer Typus, der von jenem der *G. annulata* abzutrennen wäre, begründet sei, für den jedoch der Namen *Gyroporella* desshalb nicht passe, weil die Poren nicht ringförmig gestellt seien.

Es muss zugegeben werden, dass die *G. vesiculifera* etwas Abweichendes von den andern *Gyroporellen* besitzt, obwohl nicht zugestanden werden kann, dass der Gegenbeweis sicher erbracht sei, es fehle an einer Communication der Poren nach Aussen. Wenn man bedenkt, wie schwierig es ist, bei senkrechten oder horizontalen Durchschnitten gerade die Stelle zu treffen, wo ein sicher sehr feines Kanälchen vom Hohlraume zur Oberfläche verlaufen würde, wenn man ferner bedenkt, wie unsicher das Erkennen solcher feinster Verbindungen in dem krystallinischen, meist rauhen Dolomit sei, wird man wenigstens nicht mit Bestimmtheit

12) Ueber die Umgebungen von Esino 1876.

Digitized by Google

die Abwesenheit der Kanälchen behaupten können. Ich habe solche allerdings auch nicht absolut sicher zu erkennen vermocht, glaube aber doch Dünnschliffe vor mir zu haben, welche eine solche Annahme gestatten. Will man diese Form als besonderes Genus von *Gyroporella* abgrenzen, so man wird sie wohl als *Ascoporella* zu bezeichnen haben.

Was dann die Formen mit durchreichenden, nahe gleich weiten Kanälchen anbelangt, so wird man wohl, je nachdem diese Kanälchen zu je zwei Reihen zusammengeordnet sind, oder in mehrere Reihen geordnet oder auch ziemlich gleichmässig in Reihen ohne Unterbrechungen vereinigt sind, für jede diese Eigenthümlichkeiten besondere Gruppen aufstellen können. Mir scheint jedoch dieses Moment nicht zwingend, um eine so weitgehende, bedeutungslose Zersplitterung vorzunehmen, um aus jeder dieser Reihen ein besonderes Genus zu machen. So viel aber scheint mir denn doch klar, dass, wenn man für alle diese Specialitäten eine Gattung aufstellt, diese gemeinsame Bezeichnung nicht *Diplopora* sein kann, weil die Benennung nur auf jene beschränkte Formreihe mit je zweireihig gestellten Kanälchen bezogen werden könnte. Gerade desshalb glaubte ich annehmen zu dürfen, dass sich der von mir vorgeschlagene, allgemeine und umfassende Name *Gyroporella*, unter dem sich ohne grossen Zwang selbst noch *G. vesiculifera* bringen lässt, durch sich selbst gerechtfertigt sei.

Ich füge hier eine Bemerkung über die *Gyroporellen* von Esino bei, von welchem mir ein reiches Material aus dem hiesigen paläontologischen Museum zur Untersuchung zur Verfügung stand. Wenn, wie Benecke bemerkt, bei den Formen von Esino zahlreiche Exemplare mit je zwei genäherten Kanälchenreihen vorkommen, bei welchen diese Kanälchen anstatt, wie bei *G. annulata* schief aufwärts, eine nahezu horizontale Richtung einschlagen, so kann das,

Digitized by Google

wenn keine Uebergänge vorkommen, wohl auf zwei unterscheidbare Arten hinweisen. So weit meine neulichen Untersuchungen zu erkennen geben, habe ich nur sehr vereinzelte Exemplare aufgefunden, welche mehr horizontal erlaufende Kanälchen besassen. Ich konnte mich aber sonst von einer scharfen Abgrenzung gegen *G. annulata* nicht überzeugen. Bei dieser Gelegenheit fand ich auch Exemplare der schönen grossen *G. aequalis* im Esinokalk, wahrscheinlich Stoppani's *Gastraschoena herculea.* Noch eine andere Lokalität der Westalpen verdient bei dieser Gelegenheit erwähnt zu werden, nämlich Mondovi in der Provinz Cuneo der ligurischen Alpen, von wo ich durch die Gefälligkeit des H. Portis eine grosse Anzahl *Gyroporellen* reicher schwarzer Dolomite zur Untersuchung erhalten habe. Ich erkannte als die vorherrschende Form *Gyroporella annulata,* daneben *G. multiserialis, G. aequalis* und *dissita.* Auch Durchschnitte von *Dentalinen* konnte ich bemerken. Diese Einschlüsse lassen wohl keinen Zweifel darüber bestehen, dass dieses Gestein, trotz seiner tiefschwarzen Färbung ein Aequivalent des Schlerndolomits oder Wettersteinkalks sei, der mithin eine grosse Rolle in jenen westlichen Alpen spielt.

Was endlich die gerade im Dezzothal besonders prächtig vorkommende Riesenoolithbildung anbelangt, die Stoppani als eine Zusammenhäufung knolliger Spongien ansieht — Esinospongia — so hat bereits Benecke für die gleiche Bildung von Esino, wie früher von Escher von der Linth und dann von mir für die Nordalpen nachgewiesen wurde, klargelegt, dass wir es durchweg nur mit grossen nieren- oder knollenförmigen unorganischen concentrisch schaligen Ueberrindungen zu thun haben. So ist es auch im Dezzothale. Dünnschliffe lassen keine Spur einer organischen Struktur erkennen, wohl aber kommt es vor, dass die Ueberrindungen über ein Stückchen eines Schwammes oder andern

Digitized by Google

organischen Körpers stattfand, wie dies auch bei Oolithkörnchen im Kleinen vorzukommen pflegt.

Dieser Kalk zieht sich unter verschiedenen wellenförmigen Krümmungen im Dezzothale aufwärts, wird jedoch endlich überdeckt von einem graulichen mergeligen Schichtencomplex mit schwärzlicher Lumachell- und einer Art Oolithbildung. Diese Schichten enthalten Versteinerungen, in grosser Menge unter Anderen: *Gervillia bipartita*, *Corbis Mellingi*, *Myophoria Kefersteini*, *Pinna Bouëi*, *Pecten filosus* u. A. Es sind dies die sog. Dosseno- oder Raibler-Schichten, welche regelmässig den Esino- oder Wettersteinkalk zu überlagern pflegen.

Diese Schichten halten im Thale nicht lange an, und ehe man den ersten Strassentunnel erreicht, bilden wieder geschlossene dolomitische Gesteine, aber mit nunmehr SO. Einfallen die felsigen Thalgehänge. Es sind dies wieder Bänke des Esinokalks, die sich muldenförmig unter den Raibler Schichten herausheben und den Gegenflügel des vorhin erwähnten Kalkschichtensystems ausmachen. Die Schichten zeigen auch hier mancherlei unregelmässige Verbiegungen, Krümmungen, welche in dem tiefen Flussrinnsal oft prächtig entblösst sich zeigen, nehmen aber bald ein ziemlich regelmässiges SO. Einfallen an.

Sehr bemerkenswerth ist auch auf diesem Gegenflügel zwischen dem zweiten Wegmacherhaus und dem Tunnel ein ähnliches hellfarbiges Porphyrgestein, das deutlich gangartig den Kalk durchbricht, wie es scheint, nahe in gleichem geologischem Horizonte, in welchem wir das Vorkommen bei Angolo vorn beschrieben haben. Doch ist diese Eruptivmasse meist so vollständig in ein Steinmark-ähnliche Substanz umgewandelt, dass man feste unveränderte Stücke nicht zur Hand bekommt.

Eine von Ost her ziehende Verwerfung nahe bei Paen schneidet die Kalkschichten ab und es wird dadurch die

direkte Continuität der Schichten unterbrochen, indem mächtiger Gehängeschutt sich breit macht. Erst nahe unterhalb Dezzo, wo die Höhenstrasse von Clusone her sich mit der Thalstrasse vereinigt, stehen wieder reichlich ausgebildete Wengener Halobienschichten in Form schwarzen Mergelschiefer an. Wir haben damit den Gegenflügel der Schichten oberhalb Angolo erreicht. Rasch folgten nun, soweit sich dies unter grossartigem Gehängeschutt an einzelnen Stellen erkennen lässt, schwarzer Muschelkalk, schwarzer plattiger Kalk, Rauhwacke und die hier besonders mächtigen Mergel der Campiler und Seisser Schichten, deren Unterlage, der rothe Grödener Sandstein erst oberhalb Vilminore zu Tag ausstreicht. Wir haben damit das eigentliche Val Scalve betreten, in dessen Mitte das freundliche Dorf Schilpario liegt.

Die nördliche, terrassenförmig ansteigende breite Thalseite ist bei Schilpario von mächtigem Schutt und Ueberdeckung eingenommen und bietet wenig Gelegenheit zu geologischen Beobachtungen. Auch in dem Wälder-reichen Grunde, durch den man ostwärts zum Pass von Zovetto emporsteigt, findet sich nur an sehr vereinzelten Stellen anstehendes Gestein. Erst wenn man zu den ausgedehnten Alpflächen vorgedrungen ist, stellen sich immer häufiger Entblössungen ein und der weit von S. nach N. ausgedehnte Kamm, über den hier verschiedene Passwege in das Ogliothal hinüberführen, liefert uns an verschiedenen Stellen sehr instruktive Aufschlüsse.

Wir beginnen unsere Untersuchung am S. tiefsten Satteleinschnitte, wo dicht am Fuss des steilen Gehänges des Mt. Vaccio der Weg auf der Sattelhöhe in die sehr dünngeschichteten, von zerstückelten, kohligen Pflanzenresten erfüllten, grünlich grauen Sandsteinschiefer einschneidet. Unter den zahllosen Pflanzenresten lässt sich mit Sicherheit nur ein *Equisetum* erkennen. Diese Sandstein-

Digitized by Google

schiefer wiederholen sich mehrfach in dem System schiefriger schwarzer Mergelschiefer, tuffig sandiger Lagen und harter hornsteinartiger Schichten, welche sowohl nach ihrer petrographische Beschaffenheit wie durch den Einschluss von *Halobien* sich als Zugehör zu den Wengener Schichten zu erkennen geben. Diese Schichten reichen an dem Querrücken bis unmittelbar zu den steil aufsteigenden Kalkfelsen, die zum Mt. Vaccio emporragen. Es thürmen sich hier feine, dichte, grauliche Kalke voll von Esinospongien und Gasteropoden auf, deren Zugehörigkeit zum Esinokalk ausser Zweifel steht.

In der entgegengesetzten nördlichen Richtung stellen sich auf dem Kamme, der zum Hauptpasse nach Edolo fortzieht, im Liegenden der oben erwähnten Wengener Schichten erst hornsteinreiche, schwarze Kalke mit knollig wulstigen Schichtflächen (Buchensteinerschichten) und darunter hellgraue, flasrig knollige Kalke mit Spuren von *Brachiopoden* (Bänke des alpinen Muschelkalks) und endlich unter diesen der hier mächtige Complex schwarzer, weissadriger und butziger, plattiger Kalke, welche gegen das Liegende zu mehr mergelige Beschaffenheit annehmen, durch Verwitterung leicht ausbleichen und sich unmittelbar auf die hier grossartig ausgebreitete Rauhwacke auflegen, ein.

Ausser diesen normalen Schichtgesteinen betheiligt sich aber an der Zusammensetzung des Felskamms zwischen den zwei Sattelübergängen von Zovetto auch ein sehr ausgezeichnetes Eruptivgestein in grosser Mächtigkeit, wie dies bereits die Curionische Karte richtig angiebt.

Dieses Gestein nimmt genau dieselbe Stellung ein, wie die Eruptivmasse zwischen Comprass- und Cadino-Alpe bei Bagolino und auch seine Gesteinsbeschaffenheit weist auf dieselbe Gruppe der Diorite hin, welche zu wiederholten Malen bereits erwähnt wurden z. B. oberhalb Collio, im Serimandothal, im Mellathale unterhalb Bovegno u. s. w. Es ist

Digitized by Google

dies wahrscheinlich der Mikrodiorit von Lepsius. Da das Gestein am Zovettopasse unter allen beobachteten Vorkommnissen die geringsten Veränderungen erlitten zu haben scheint, so dürften einige weitere Bemerkungen über dasselbe hier eine Stelle finden.

Das Gestein ist deutlich nicht sehr feinkörnig, der Hauptsache nach aus krystallinischen Theilchen zusammengesetzt, bei welchen ein weisses feldspathiges Mineral und dunkelgrüne Hornblende ohne deutliche Grundmasse sich in die Herrschaft theilen. In den Dünnschliffen zeigen sich die feldspathigen Theilchen stark verändert, meist milchig und wolkig trübe und lassen i. p. L meist nur Aggregatfarben hervortreten; selten bemerkt man parallele Farbestreifchen eines Plagioklases oder das anscheinend gleichmässige Blau und Gelb orthoklasischer Feldspäthe. Dazwischen und aufs innigste mit den feldspathigen Theilchen vermengt tauchen, zu kleinen, beerenförmigen Häufchen gruppirt, ganz kurze, anscheinend fast quadratische Stäbchen von hellbouteillengrüner Farbe auf, die beim ersten Anblick einem tesseralen Mineral anzugehören scheinen, i. p. L. aber nach allen Richtungen hin die schönsten Farben geben. Sie sind nicht fasrig, in Säuren unzersetzbar und dürften am ehesten einem Augitbestandtheil zuzuweisen sein. Die einzelnen Kryställchen sind zu klein, um Winkelbestimmungen vorzunehmen. Bei der innigen Verwachsung mit dem Feldspathbestandtheil war es unausführbar, letzteren für eine besondere Analyse rein auszuhalten. Die nachstehende Feldspathanalyse giebt desshalb auch kein genaues Bild der Zusammensetzung dieses Gemengtheils. Die Hornblende ist schön grün gefärbt, stark dichroitisch und zuweilen an das Fasrige grenzend, streifig. Glimmer habe ich an den mir vorliegenden Exemplaren nicht auffinden können. Magnetitkörnchen sind nur sehr spärlich vorhanden; Quarz fehlt. Ich fand das Gestein auf der Passhöhe zwischen Comprass und den Cadino-Alpen

Digitized by Google

bei Bagolino, dann an zwei Stellen bei Collio, bei Bovegno und auf dem Zovettopasse bei Schilpario mit Ausnahme des mehr oder weniger hohen Grades der Zersetzung nahezu übereinstimmend und sehr ähnlich, wenn nicht ident mit dem von Lepsius beschriebenen Microdiorit. Da dieser Name jedoch auf die feinen Texturverhältnisse zu beziehen ist und andeuten soll, dass das Gestein der Bergamasker Alpen zum Diorit sich verhalte, wie der Mikro-Granit zum Granit, so passt dies durchaus nicht zu dem mir vorliegenden Gestein, das so deutlich krystallinisch körnig, wie selten selbst der ächte Diorit ausgebildet ist. Ich möchte daher, da seine Eruptionszeit der älteren Trias zufällt, das Gestein lieber als Mesodiorit bezeichnen.

Die Analyse ergab folgendes Resultat:

Bestandtheile	Bausch-analyse	Analyse des feld-spathigen Theils
Kieselsäure	47,70	56,04
Titansäure	0,80	0,56
Thonerde	15,25	18,04
Eisenoxyd	13,07	0,91
Eisenoxydul		1,95
Manganoxydul	Spuren	Spuren
Kalkerde	11,70	9,00
Bittererde	5,00	5,44
Kalk- (Mg O Fe O) Carbonat	1,56	—
Kali	0,79	0,78
Natron	3,08	6,26
Wasser und Kohlensäure	1,50	1,42
Summa	100,45	99,50

Digitized by Google

In Bezug auf die Zusammensetzung des möglichst rein ausgesuchten Feldspaths lässt sich allein schon aus dem hohen Gehalt an Bittererde entnehmen, dass, wie durch die optische Untersuchung bereits erkannt worden war, eine Vermengung mit einem Bittererde-kalkhaltigen Mineral vorliegt. In wieweit dies beigemengte wahrscheinlich dem Augit angehörige Mineral wirklich die Bestandtheile dieses Körpers enthält, entzieht sich unserer Berechnung. Nur so viel ist aus der Analyse ersichtlich, dass abgesehen von dieser augitischen Beimengung, die feldspathige Masse nur zu sehr geringem Maasse aus Orthoklas, vorherrschend dagegen aus einen Natron-Kalk-Plagioklas besteht.

Der nördliche Hauptsattelübergang nach Loveno schneidet in mächtige Rauhwackenbildungen ein, die von Zwischenlagen weicheren, wahrscheinlich auch gypshaltigen Mergels begleitet werden. Mit dem nun noch weiter NO. fortstreichenden Gebirgskamm, der sich gegen Mt. Venerocolo emporzieht, stellen sich dann auch die mergelig-sandigen, theils intensiv rothen, theils grünlich grauen, durch Verwitterung oft rostfarbigen Schiefer der Campiler- und Seisser-Schichten mit zahlreichen gut erhaltenen Versteinerungen ein. Auch an Eisenerzen ist dieser Gesteinszug ausnehmend reich und das ganze Gehänge ist von alten und selbst jetzt noch zeitweise in Betrieb stehenden Erzgruben bedeckt. Es sind vielfach zu Tag ausstreichende, Eisenerz-reiche Gesteinslager, welche verrathen, dass auch hier die Erze vorherrschend, wenn nicht ausschliesslich, flötzweise ausgebildet vorkommen. Rothe Sandsteinbänke und Conglomeratlagen treten nur in einzelnen Wasserrissen am Weg nach Schilpario zu Tag.

Digitized by Google

7. Fiumenero im oberen Val Seriana, Valle del Gleno und Mt. Venerocolo.

Die Angaben der von Hauer'schen und Curioni'schen Karten weichen bezüglich der Auffassung der Gebirgsglieder in dem hohen Gebirgstheile, welcher das Val di Scalve und Val Seriana nordwärts abschliesst und von dem Veltliner Thal scheidet, wesentlich von einander ab. Während von Hauer die sog. Kohlenformation von der Nachbarschaft des Mt. Venerocolo bis St. Marco sich ausbreiten lässt, dehnt Curioni die der sog. Kohlenformation (Scisti antrascitici) zugetheilten Schichten auf die Thalausläufer des Val Seriana (V. Barbelino, Fiume nero, Val Grabiasca, V. Goglio etc.) aus und beschränkt seine permische Schichten — unter welchen freilich auch ein Theil des v. Hauer'schen Verrucano fällt — auf die engere Gebirgsgruppe von Mt. Venerocolo bis zum Bondione Thal. Da nun an diese zuletzt genannte Bildung in dieser Gegend längs einer beträchtlichen Strecke der rothe Sandstein mit den Seisser Schichten sich anschliesst, so war in dieser Gegend wiederum die doppelte Aufgabe gestellt, einmal zu untersuchen, ob die hier auftretenden sog. permischen Schichten identisch sind mit jenen von Collio und Bagolino und dann, wenn dies der Fall, in welcher Wechselbeziehung hier diese permischen Gesteine zu dem rothen Sandstein der Grödener Schichten stehen.

Wir beginnen unsere Untersuchung in dem Gebiete des Val Seriana mit Begehung des engen Gebirgsthales Fiume nero.

An dem Dorfe Fiume nero beobachtet man auf der S. Thalseite an der Brücke unzweifelhaft anstehenden glimmerigen Phyllit. Er bildet auch hier die Unterlage jener Gesteinsreihe, welche nun im eigentlichen Fiumenerothale sich

Digitized by Google

darauf anlegt. Wir finden hier dieselben graugrünen, harten grauwackigen Sandsteine, grauliche oder schmutzig grüne rothe Conglomerate, schwarze glimmerige dünnplattige Sandschiefer mit Wülsten auf den Schichtflächen, kohligen Einschlüssen und Spuren von Pflanzenüberresten, wie sie in den sog. permischen Schichten bei Collio erfunden werden. Auch die Benützung der dünnen, plattigen Sandsteine als Dachdeckmaterial kehrt genau ebenso bei Fiume nero wieder.

Diese Schichten streichen quer durch das Thal und fallen ziemlich constant steil nach NW. ein.

Schon oberhalb der Einmündung des Val Secca tauchen die darunter liegenden älteren Phyllitschichten wieder auf und es ist wenigstens hier im Thale der rothe Sandstein nicht entwickelt. Vielleicht war dies Veranlassung, dass Curioni diese Schichten zu dem anthracitischen Kohlengebirge und nicht zu den permischen Schichten gerechnet hat. Doch ist es keinem Zweifel unterstellt, dass diese Schichtenreihe genau identisch mit jenen von Collio, also mit Ausschluss der eigentlichen Carbonformation der Dyas zuzuweisen ist.

Die älteren Phyllitgesteine dieses Thales, welche höher aufwärts mächtig anstehen, tragen einen so ausgezeichneten Charakter an sich, dass sie etwas näher geschildert zu werden verdienen. Es nehmen unter denselben nämlich die sog. Phyllitgneisse hier einen ganz besonders hervorragenden Antheil an der Zusammensetzung dieser Schichtenreihe und bieten die mannichfaltigste Abänderung dieses an sich vielfach wechselnden Gesteins. Die Hauptform gleicht so vollständig dem sog. Phyllitgneiss des Fichtelgebirgs oder gewissen Typen des Sericitgneisses von Nassau, dass man Handstücke davon nicht zu unterscheiden vermag. Auch ist es nicht zweifelhaft, dass alle die gneissartigen Gesteine, die wir bisher in den Bergamasker Alpen nur gelegentlich als Phyllitgneiss erwähnt haben, zugleich mit dem von

Digitized by Google

Theobald zuerst als Casannaschiefer vom Casannapasse unterschiedenen Gestein, wie überhaupt mit den zahlreichen Varietäten, die später unter diesem Namen in dem Bündener Hochgebirge bezeichnet und neulich wieder von Rolle[13]) unter Hinweisung auf Simmler's Alpinit und Helvetan-Gneiss in den rhätischen Alpen beschrieben wurden, zusammengefasst eine natürliche Gruppe ausmachen, welche sich ebenso bestimmt geographisch abscheiden, wie geologisch in ein bestimmtes Abhängigkeitsverhältniss zu der Phyllitformation bringen lässt.

Es muss jedoch bemerkt werden, dass später von Theobald Vielerlei unter Casannaschiefer zusammengenommen wurde, wodurch der ursprünglich bloss petrographische Begriff sogar vorwaltend einen stratographischen Beigeschmack erhielt. Suess drückte demselben förmlich die Bedeutung einer Formationsabtheilung im Sinne einer alpinen Faciesbildung von Carbonschiefer auf. Ich glaubte hier Veranlassung nehmen zu sollen, bei dieser Gelegenheit die bis jetzt aus den verschiedensten Gegenden gesammelten verwandten Gesteinsarten des sog. Phyllitgneisses einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehen. Es liegen mir vor oder sind aus der Beschreibung sicher hieher gehörig auzuführen: Gesteine aus den verschiedensten Theilen des Centralstocks der östlichen Alpen von Sömmering bis zu den Grenzen der Schweiz und Italiens. In der Schweiz findet sich das Gestein vielfach, wie erwähnt, in den Graubündener Schieferalpen, in dem von Rolle durchforschten Gebiet von Chiavenna und im Veltliner Gebiet, in der Tödigruppe, in den Berner Alpen, im Gotthardtgebiet (jedoch nicht unter den mir vorliegenden Gesteinen des Tunnels), vielfach auch als sog. Pseudokalkschiefer oder Talkgneiss und Talk-

13) Mikroscopische Beiträge aus den Rhaetischen Alpen von Dr. Fr. Rolle 1879.

quarzit der Savoyer- und Piemonteser Alpen, und wie angeführt, häufig in den Bergamasker Alpen. Dazu kommt das als Sericitschiefer bezeichnete, häufig gneissige Gestein aus Nassau, im linksrheinischen Schiefergebirge, in den Ardennen im Harze (Porphyroide), jenes von mir beschriebene aus dem ostbayerischen Grenzgebirge, aus dem Fichtelgebirge und Thüringer Walde. Ferner gehören gewiss auch zahlreiche Fundpunkte z. B. der Ardennen, Pyrenäen, des Balkans, in Nordamerika (Michigan, Canada) u. s. w. hieher.

Alle diese Gesteine von überraschend grosser petrographischer Aehnlichkeit, welche vorherrschend ein wesentliches Glied der Phyllitformation ausmachen, möchte ich unter der Bezeichnung Sericitschiefer[14]) und allgemein als Sericitgestein zusammenfassen.

Charakteristisch für alle diese Gesteine ist der sog. Sericitbestandtheil, welcher in Form dünner, wein- oder gelblich grünlicher, selten röthlicher Schüppchen oder Blättchen in meist wellig gewundenen flaserigen Lagen der Schichtung parallel mit den übrigen Bestandtheilen verbunden dem Gestein von der Schichtfläche betrachtet einen fettig seiden- oder talkartigen Glanz verleiht. Dies hat vielfach zu der falschen Bezeichnung solcher Gesteine als „talkig" verführt.

Auf dem höchst charakteristichen Querbruche des meist dünnblättrigen, doch zuweilen auch dickflasrigen Gesteins sieht man die welligen, dünnen Flasern des Sericits, die sich häufig auskeilen, um andere dafür sich anlegenden Platz zu machen, in stetem Wechsel mit feinkörnigen, trüben und hellen meist etwas dickeren, nicht sericitischen Lagen, die sich gleichfalls häufig verstärken und verschwächen, verflasert.

---

14) Siehe Näheres in meiner geogn. Beschreibung Bayerns III. Bd. Fichtelgebirge S. 123 und ffd.

Digitized by Google

Es sind vorherschend feldspathige und quarzige Substanzen, welche sich an der Zusammensetzung dieser Flasern betheiligen. Bald sind in diesen die feldspathigen, bald die quarzigen Lagen mehr entwickelt, bis zum Verschwinden der einen oder andern, wodurch verschiedene Varietäten sich bilden. Nicht selten auch ist die Durchwachsung dieser Substanzen so innig, dass eine mehr oder weniger dicht aussehende, Thonstein- oder Hälleflint-artige Gesteinsart sich daraus entwickelt. Zu den mehr oder weniger regelmässigen lagerigen Lamellen kommen ferner noch knotige Ausscheidungen von Feldspath oder Quarz oder von beiden zugleich vor. Diese Ausscheidungen sind dadurch ausgezeichnet, dass sie plötzlich und rasch zu einem grösseren Korn anschwellen, sich zwischen die Lamellen eindrängen, oft sogar dieselbe gleichsam quer durchschneiden und fast senkrecht zu den Lamellen gestellt erscheinen.

Auf den Schichtungsflächen machen sich diese aus der Masse ausgeschiedenen Körnchen, welche fälschlich als klastische Einschlüsse gedeutet worden sind, als kleine Erhabenheiten oder Knötchen bemerkbar, und tragen in Verbindung mit den welligen, oft gekräuselten Unebenheiten der Sericitflasern wesentlich dazu bei, die Eigenartigkeit des Phyllitgneisses und Sericitquarzites schon dem äusseren Ansehen nach für das Auge leichter bemerkbar zu machen.

In Dünnschliffen bieten namentlich die quer zur Schichtung genommenen Schnitte besonderes Interesse. Es lassen sich hier die in mehr oder weniger dünnen Lagen mit einander flasrig wechselnden Schüppchen und Streifchen von Sericit und Quarz sehr deutlich daran unterscheiden, dass die wellig gebogenen Sericitflasern wie aus einzelnen der Länge nach gestreckten Fasern zusammengesetzt erscheinen, wobei diese Fasern manchmal mit einander verflochten sich darstellen. Die Substanz zeigt im Querschnitte i. p. L. nur schwaches Farbenspiel. Die Quarzlagen dagegen

Digitized by Google

sind feinkörnig und scheinen zwischen den feinsten Körnchen zugleich auch oft noch eine feldspathige Substanz zu beherbergen. Letztere ist jedoch auch den Sericitschüppchen in mehr dichter Verwachsung beigemengt. Wo die meist wasserhellen und vielfach von Flüssigkeitsbläschen erfüllten Quarzausscheidungen sich zwischen diesen Streifchen einstellen, sieht man nicht selten die Enden der Sericitlagen in einzelne Fasern getheilt in die Quarzmasse[15]) hineinragen zum deutlichsten Beweis ihrer gleichheitlichen Entstehung mit den übrigen Bestandtheilen des Gesteins. Noch auffallender ist bei manchen Feldspathknötchen die quer zu der Schichtung gerichtete Streifung, die sich vielfach i. p. L. ähnlich wie die Streifchen der Plagioklase verhält.

Bei den Schliffen parallel den Schichtflächen trifft man es nur sehr selten, gute Durchschnitte durch die Sericitflasern zu erhalten, die nicht in Folge anderweitigen Zwischenlagen undeutliche Erscheinungen liefern. Dagegen gelingt es besser dünne Blättchen von dem Gestein mit einem feinen Messer abzuheben und diese einer Untersuchung zu unterziehen. Es ist bemerkenswerth, dass selbst die feinsten Blättchen, die eine gewisse Neigung der Zerspaltung an sich tragen, spröde und nicht elastisch biegsam sind. U. d. M. zeigen sich diese Spaltblättchen meist nur stellenweise vollkommen klar durchsichtig. Sie sind durch wolkenartig eingestreute dunkle Staubtheilchen flockig trübe. I. p. L. treten eigenthümlichen Erscheinungen hervor. Bei der Dunkelstellung erscheint der Sericit an den durchsichtigen Stellen hell ohne deutliche Färbung, zugleich aber erfüllt mit einer

15) Ein einziger Blick auf den Dünnschliff eines Phyllitgneissquerschnittes lehrt überzeugend, dass man diese Quarz- (und Feldspath-) Körnchen nicht als klastische, Geröll-ähnliche Einschlüsse ansehen dürfe. Selbst in Fällen, wo solche Körnchen quer zur Schichtung gestellt sind, zeigt sich an den Rändern eine innige Verwachsung mit den übrigen Substanzen des Gesteins.

Digitized by Google

erstaunlichen Anzahl kleiner Nädelchen, zuweilen auch sechseckige Blättchen, welche in lebhaften Farben glänzen. Namentlich ist dies bei dem grünlichen Sericit von Naurod[16]) in Nassau der Fall. Dies beweist schlagend, dass die meisten Sericite nicht aus einer einheitlichen Substanz bestehen. Sehr bemerkenswerth ist das Verhalten der Sericitblättchen bei Anwendung der Stauroscop-Vorrichtung. Stellt man hierbei den Apparat auf das schwarze Kreuz ein, so ändert sich nach eingeschobenen Sericitblättchen weder die Farbe noch die Stellung des Kreuzes beim Umdrehen des Sericitblättchens, eine Erscheinung, welche wesentlich gegen die Annahme spricht, dass der Sericit nur eine Modification von weissem Glimmer sei.

Häufig ist derselbe mit chloritischen und solchen Substanzen verwachsen oder durch diese ersetzt, welche gewöhnlich auch die Hauptmasse der Phyllite zusammensetzen. Selbst Andeutungen von Glimmerschüppchen stellen sich ein. Ausserdem scheinen auch die übrigen zufälligen Beimengungen z. B. von Magneteisen, Schwefelkies, Karbonaten sich an diese Lagen zu halten, wodurch dieselben oft unklar und undeutlich werden.

Eigenthümlichen Schwierigkeiten unterliegt die chemische Untersuchung dieser Gesteine. Es ist schon von vornherein klar, dass eine Bauschanalyse kaum einen maassgebenden Aufschluss zu liefern im Stande ist. Die selbst durch das unbewaffnete Auge deutlich wahrnehmbare Verschiedenheit in dem Gehalt an makroscopisch ausgeschiedenem Quarze lässt dies schon erkennen. Wir können daraus höchstens bei einem grossen Ueberschuss an Kieselsäure einen hohen

---

16) Ich verdanke diesen typischen Sericit der Güte des Herrn Prof. Sandberger in Würzburg, der mir zugleich die sehr interessante Mittheilung machte, dass der von List analysirte Sericit von Naurod von einer Quarzader in Schiefer herstammt, und dass der eben erwährte grünliche von Naurod dem List'schen Originalsericit sehr ähnlich sei.

Digitized by Google

Gehalt an Quarz ableiten. Aber auch die getrennte Analyse des mit aller Sorgfalt ausgesuchten sericitischen Bestandtheils liefert in den seltensten Fällen ganz befriedigende Resultate, weil mit denselben in feinster Vertheilung quarzige und feldspathige Substanzen innigst vermengt sind. Daher gelingt es in den seltensten Fällen die scheinbar reine Sericitsubstanz durch kochende Schwefelsäure vollständig zu zersetzen, wie es doch gemäss der Natur des Sericites sein sollte. Es bleibt bei dieser Behandlung meist ein feldspathig quarziger Rest im Rückstande. Doch dürfte in der Zersetzbarkeit der Sericitsubstanz durch concentrirte kochende Schwefelsäure entgegen der Annahme List's, welcher angiebt, dass Sericit durch Schwelsäure nicht zersetzt werde das bequemste Hilfsmittel geboten sein, die Theilanalyse für unsere Zwecke nutzbar zu machen, einen Weg, den ich nach langen Versuchen als den besten erprobt habe. Indem man nämlich, so weit dies immer thunlich ist, die Sericitschüppchen von allen sichtbaren Nebenbestandtheilen reinigt, dann in concentrirter Schwefelsäure längere Zeit in der Wärme behandelt, erhält man eine vollständige Zersetzung des wirklichen Sericitantheils, freilich bei einer Vermengung mit feldspathigen Substanzen zugleich auch eine im Ganzen geringe Zersetzung der letzteren. Auf diese Weise gewinnt man, so verschieden auch das äussere Ansehen der sericitischen Masse sein mag, vergleichbare Ergebnisse. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von in Salzsäure zersetzbaren, chloritischen Theilchen und Karbonaten ist zu empfehlen vor der Behandlung mit Schwefelsäure zuerst Chlorwasserstoffsäure in Anwendung zu bringen.

Die auf den folgenden Seiten mitgetheilten, meistentheils von Herrn Assistent A. Schwager ausgeführten Analysen werden dazu dienen, einen Ueberblick über die Phyllitgneisse der verschiedenen Verbreitungsgebiete und die Uebereinstimmung ihrer Sericitbestandtheile zu geben.

Digitized by Google

Vergleicht man in dieser keineswegs noch erschöpfenden Reihe von Analysen die Angaben unter 1, 2, 3, 5, 8, 10, 14, 16, 19, 23, so wird man kaum verkennen, dass diesen eine mineralogisch gleich zu stellende Substanz zu Grunde liegt. Es ist dies eben die Sericitsubstanz, während die Analysen des anscheinend reinen Sericits mit Anwendung der Schmelzung mit Natriumcarbonat und der Zersetzung durch Flusssäure, wie die Analysen unter 9, 18, 21 zeigen, nur sehr annähernde Vergleichswerthe geben und gewöhnlich einen zu hohen Kieselsäuregehalt liefern.

Die bisher vorgenommenen Analysen reichen allerdings noch nicht hin, um über diese Substanz vollständig in's Klare zu kommen, doch genügen sie, um auf das ausserordentliche Interesse aufmerksam zu machen, welches sich an diesen ungeahnt weit verbreiteten Gesteinsgemengtheil knüpft, indem sie dessen wahrscheinliche Identität von den verschiedensten Fundstellen jetzt schon vermuthen lassen. Man kann heute bereits sagen, dass diese Substanz zu denjenigen wesentlichen Gemengtheilen vieler krystallinischer Schiefer gezählt werden muss, welche durch die Häufigkeit des Vorkommens und die weite Verbreitung in geologischer Beziehung sehr in den Vordergrund treten und auch von den Mineralogen nicht bei Seite geschoben werden dürfen. Man kann ja in letzterer Richtung verschiedener Ansicht sein, wie dies bezüglich vieler nicht deutlich auskrystallisirter Mineralkörper der Fall ist, ob nämlich dieser Substanz eine mineralogische selbständige Stellung zukömmt oder ob sie nur als eine Varietät des Glimmers zu betrachten ist. Für den Geologen, der die Sericit-führenden Gesteine in der Natur an zahlreichen Fundstellen beobachtet hat, wird es keinen Augenblick zweifelhaft sein, dass im Sericit, wenn er auch die Stelle und Rolle des Glimmers übernimmt, doch ein eigenthümliches und selbstständiges geologisches Gesteinselement vorliegt. Ich bin übrigens im Zusammen-

Digitized by Google

Fundstellen	Kieselsäure	Titansäure	Thonerde
1. List, Analyse des Sericits von Naurod bei Wiesbaden	**49,00**	**1,69**	**23,65** Darin
2. Lossen's theoretische Zusammensetzung	**51,43**	—	**25,06**
3. Von der Marck Sericit von Hallgarten in Nassau	**51,61**	—	**29,49**
4. Sericit- oder Phyllitgneiss von Hallgarten in Nassau, Bauschanalyse	77,52	—	14,28
5. Daraus Sericit mit Schwefelsäure zersetzt 8,44%	**49,18**	—	**29,66**
6. Rest erst mit verdünnter Flusssäure behandelt, zersetzt 59,88%	69,08	—	19,89
7. Letzter Rest 32,68%	100,00	—	Sp.
8. Sericit von Naurod, nach Sandberger dem List'schen Sericit ganz ähnlich 82,12%	**49,53**	—	**28,97**
9. Helvetan aus gneissartigem Quarzit von Niederen Alp nach Simmler	67,07	—	13,05
10. Aus Theobald typischen Casannaschiefer vom Casannapass, in Schwefelsäure zersetzbare Theil des Sericits 42,2%	**49,90**	—	**28,28**
11. Rest unzersetzter Substanz 57,8%	68,23	—	17,75
12. Phyllitgneiss aus den Graubündner Alpen bei Bergün, Bauschanalyse	73,14	—	13,05
13. Ausgesuchten Sericit desselben mit Salzsäure kurze Zeit behandelt 6,7%	22,38	—	9,26
14. Dieselbe Substanz weiter durch Schwefelsäure zersetzt 12,2%	**50,81**	—	**29,50**

Eisenoxyd	Eisenoxydul	Mangan-oxydul	Kalkerde	Bittererde	Kali	Natron	Wasser und Glühverlust	Summe
—	**8,07**	**—**	**0,63**	**0,93**	**9,11**	**1,75**	**3,44**	**100,27**
Fluorsilicium = 1,69			Phosphorsäure = 0,31					
—	**8,77**	**—**	**—**	**—**	**11,45**	**—**	**3,29**	**100,00**
2,22	**1,08**	**0,56**	**—**	**0,87**	**9,22**	**0,61**	**3,95**	**99,61**
0,72	1,76	—	0,60	0,72	3,30	0,18	1,40	100,48
5,64	**—**	**—**	**0,71**	**0,90**	**10,04**	**2,17**	**2,26**	**100,66**
3,39	—	—	0,89	0,91	4,17	Spur	2,03	100,06
Sp.	—	—	Sp.	Sp.	Sp.	—	—	100,00
7,26	**—**	**—**	**0,14**	**2,46**	**7,43**	**0,12**	**4,97**	**100,88**
—	4,43	—	2,38	2,18	7,37	1,69	1,85	100,02
2,16	**2,23**	**—**	**0,23**	**1,66**	**9,76**	**0,21**	**5,73**	**100,16**
3,15	—	—	0,32	1,86	7,22	1,34	1,02	100,90
—	2,50	—	1,34	1,94	4,11	0,22	4,06	100,39
—	16,92	—	15,82	9,64	6,41	—	19,83	99,83
—	**3,68**	·	**0,91**	**2,06**	**11,53**	**0,71**	**0,69**	**100,16**

Digitized by Google

Fundstellen	Kieselsäure	Tetansäure	Thonerde
15. Resttheil der Analyse 14 . . . 81,1%	81,38	—	11,89
16. Aus Phyllitgneiss von Glaris ausgesuchter Sericit mit Schwefelsäure behandelt, zersetzter Theil 39,5%	**48,90**	—	**27,15**
17. Rest unzersetzt 60,5%	68,21	—	17,68
18. Ausgesuchter Sericit aus dem Phyllitgneiss von Fiume nero, Bauschanalyse .	58,44	—	24,84
19. Dieselbe Substanz mit Schwefelsäure behandelt, zersetzt 47,68%	**50,76**	—	**29,75**
20. Rest dieser zersetzten Masse . 52,32%	65,44	—	20,30
21. Ausgesuchter Sericit aus dem Phyllitgneiss des Fürstensteins im Fichtelgebirge, Bauschanalyse	55,51	-	26,23
22. Ausgesuchter Sericit aus dem Phyllitgneiss von Dürrberg im Fichtelgebirg, Bauschanalyse	55,80	—	27,72
23. Ausgesuchter Sericit aus dem Sericitgneiss bei Goldkronach im Fichtelgebirge mit Schwefelsäure zersetzt 47%	**45,88**	—	**33,96**

halt aller chemischen und physikalischen Eigenschaften der Ansicht, dass der Sericit auch mineralogisch eine zureichend grosse Eigenartigkeit besitzt, um ihn als sog. eigene Species zu betrachten.

Was nun die Natur und Entstehung dieses Sericits anlangt, so wird derselbe vielfach als ein Umwandlungsprodukt aus Glimmer oder auch aus Feldspath angesehen. Ich kann nach der Untersuchung sehr zahlreicher Gesteinsproben, welche dieses Mineral enthalten, besonders in zur Schichtung

Digitized by Google

Eisenoxyd	Eisenoxydul	Mangan-oxydul	Kalkerde	Bittererde	Kali	Natron	Wasser und Glühverlust	Summe
—	1,10	—	0,09	1,30	2,96	0,17	1,86	100,75
2,89	**2,44**	—	**0,21**	**2,37**	**9,15**	**0,64**	**6,22**	**99,97**
3,75	—	—	0,29	1,74	7,54	0,82	0,82	100,85
4,04	—	Spur	0,44	1,92	6,70	1,27	3,40	101,13
3,87	—	—	**0,23**	**2,50**	**7,78**	**0,64**	**5,72**	**101,28**
3,24	—	—	0,65	1,42	5,71	1,84	1,24	99,84
3,81	—	—	0,52	0,83	4,41	4,00	4,31	99,62
3,07	—	—	0,14	0,53	5,62	1,51	4,03	98,42
4,57	—	—	**0,22**	**0,83**	**9,32**	**0,52**	**4,98**	**100,26**

quergenommenen Dünnschliffen, die weit lehrreicher, als die Paralleldünnschliffe sind, damit nicht übereinstimmen, erachte vielmehr den Sericit eher für eine Masse, aus der sich unter günstigem Verhältnisse Glimmer bilden konnte und gebildet hat. Von einer Entstehung aus Feldspath an Ort und Stelle kann schon erst nicht die Rede sein; dagegen spricht schon die ganze Art, wie die Sericitschüppchen in dem Gestein eingebettet vorkommen. Man betrachte einen einzigen Querdünnschliff und man wird hiervon sich leicht

Digitized by Google

überzeugen können. Ob die Massen des Sericit aus zerriebenen Feldspath abstammen, das ist eine andere Frage, die mir aber unbestimmbar und hier unwesentlich und höchst unwahrscheinlich scheint. Ich halte den Sericit für eine primitive Bildung, so ursprünglich, wie die Quarz- und Feldspaththeile und Streifchen, denen er gleichwerthig beigesellt ist. Man muss die ganze grosse Reihe der sog. Thonschieferbildungen älterer Art in ihrem chemischen und physikalischen Verhalten mit einander vergleichen und prüfen, um in ihnen gleichsam eine stufenmässige Entwicklung von der minder krystallinischen zu der gesteigerten krystallinischen Ausbildung wahrzunehmen. Namentlich sind es die mehr erdigen und mehr glimmerig glänzenden Phyllite, welche einer Seits auch nach ihrer lithologischen Beschaffenheit eine Verbindung vermitteln hinüber zu den cambrischen Thonschiefer und anderer Seits ganz allmählig in Glimmerschiefer verlaufen. Hierbei lässt sich bei vielen Schieferarten eine Substanz als Gemengtheil verfolgen, welche gleichsam der Träger des glimmerigen Elementes ist und dasselbe in verschiedenen Stadien der Entwicklung repräsentirt. Als eine solche Facies dieser Reihe fasse ich von genetischem Standpunkte auch den Sericit auf, der uns die Brücke bauen hilft für das Verständniss der Entstehung der krystallinischen Schiefer. Man vergleiche in dieser Beziehung die Textur der verschiedenen Thonschiefer von den versteinerungs-führenden an rückwärts — immer in den Querdünnschliffen — bis zu den Phylliten, Glimmerschiefer- und Gneissbildungen, wie solche mir jetzt aus der Untersuchung des Fichtelgebirgsgebiets und auch aus andern Gegenden zu Hunderten vorliegen und man wird eine erstaunliche Fülle von Analogien entdecken, welche die oben ausgesprochene Ansicht nicht als eine unbegründete erscheinen lassen werden.

Soweit die vielfach abändernden Sericitgesteine

Digitized by Google

zur Zeit bekannt sind, lassen sie sich etwa in folgende Gruppen theilen:

1) Sericitphyllit, glimmerig glänzender Phyllit wesentlich aus Sericit[17]), in Salzsäure leicht zersetzbar chloritischem Bestandtheil und aus Quarz zusammengesetzt z. B. von Lauterbach, Lindenhammer etc.

2) Sericitquarzit, meist knotig flasrige Quarzite mit Sericitzwischenlagen und häufig mit Ausscheidungen von Quarzkörnchen z. B. von Christophsrod bei Wiesbaden Hallgarten etc.

3) Sericitgneiss oder Phyllitgneiss, dem vorigen ähnlich, aber wesentlich noch bereichert durch Feldspathbeimengungen, die häufig gleichfalls in Körnchen und Linsen ausgebildet sind, (Augengneiss). z. B. Fichtelgebirge Goldkronach, Redwitz, im ostbayerischen Grenzgebirge bei Waldsassen, in den Alpen.

4) Porphyrartiges Sericitgestein mit anscheinend dichter felsitähnlicher Grundmasse der Bestandtheile des Sericitgneisses und porphyrartig eingestreuten Ausscheidungen von Quarz und Feldspath (Porphyroid). Das Gestein ist häufig flasrig wellig geschichtet z. B. aus dem Harz, Thüringer Wald.

---

17) Soeben vor dem Druck dieser Zeilen erhalte ich durch die Gefälligkeit des Verfassers Herrn Laspeyres eine Abhandlung über Sericit (Z. für Kryst. IV. 3. 1879 S. 244), deren anregender, reicher Inhalt ich leider nicht mehr verwerthen konnte. Ich füge desshalb hier noch die Analyse desselben Sericits von Hallgarten an, von dem 2 Analysen vorn mitgetheilt sind. Bei 105° getrocknete reine Substanz gab $SiO_2=45,361$; $Al_2O_3=32,919$; $F_2O_3=2,048$; $FO=1,762$; $CaO=0,494$; $MgO=0,895$; $Ka_2O=11,671$; $Na_2O=0,724$; $H_2O=4,126$ zus. $= 100,000$. L. kommt zu dem Schluss, dass der Sericit genau die chem. Zusammensetzung des Kaliglimmers besitze und nur als dichter Kaliglimmer anzusehen sei; er lässt denselben durch Umwandlung aus feinem Feldspathschlich, ähnlich dem Pinitoid, entstehen. Man sieht hieraus, dass diese Resultate mit meinen Untersuchungen nicht übereinstimmen.

Digitized by Google

5) Sericitflint, anscheinend dichte, aphanitische Vermengung von Sericit, Feldspath und Quarz in einem mehr oder wenig deutlich geschichteten Hälleflint-ähnlichen Gestein, auf dessen Schichtflächen Sericitblättchen sichtbar werden. Durch Ausscheidung von Quarz- und Feldspathkörnchen entstehen Uebergänge in das porphyrartige Sericitgestein. (Euritschiefer z. Th. Felsitschiefer u. s. w.); z. B. von Val Fiume nero, vom Pfaffenkopf bei Treseburg am Harz (Sericit-Adinol Schiefer. Lossen's.)

Kehren wir zu dem Profile des Fiume nero Thales zurück, so finden wir oberhalb Val Secca durchweg die Schichten des glimmerigen Phyllits und der reichen Phyllytgneisseinlagerungen mit NW. Einfallen. Diese Gesteine scheinen ununterbrochen bis zu den höchsten Spitzen der Berge zwischen P. del Diavalo und Mt. Redorta fortzusetzen. Die in dem Hauptthale auch noch an höhern Stellen liegenden Fragmente grauer Sandsteine und Conglomerate stammen von Seitenhöhen und beweisen, dass hier die Collioschichten ziemlich grosse Ausbreitung gewinnen. Auch Rollstücke typischer Porphyre wurden bemerkt; dagegen fehlen hier alle Andeutungen des Vorkommens von rothem Sandstein und Seisser Schichten.

Vom Dorfe Fiume nero im Hauptthale aufwärts gegen Bandione stehen an den kahlen Gehängen ganz dieselben grauen Gesteine an, wie im Fiume nero Thale; es sind die Bildungen von Collio und Valle di Freg. Sie legen sich bei Bandione an dem Steilgehänge gegen Lizzola deutlich an den Phyllit an, der in der Umgegend von Lizzola mehrfach zu Tag tritt, oberhalb Lizzola in der Richtung zum Ca di Manina aber von einer Verwerfungsspalte abgeschnitten wird, so dass hier schwarzer plattiger Ortler-Kalk unmittelbar neben Phyllit auftaucht. Es ist dies derselbe schwarze Kalk, der zur Passhöhe ansteigend, hier auf Rauhwacke

Digitized by Google

auflagernd in SO.-Richtung zum Dezzo-Thale streicht und dort an die Muschelkalkschichten sich anschliesst.

Der Weg auf der Passhöhe schneidet, ähnlich wie am Zovettopass, in Rauhwacke ein. Gleich daneben tauchen auch die Campiler- und Seisserschichten auf und ein lebhaft betriebener Bergbau bekundet auch hier den Reichthum an Eisenerzflötzen. Gewöhnlich kommen hier manganhaltige, stark verwitterte Spatheisensteine vor, bemerkenswerth sind aber noch insbesondere die spathigen, Pentacrinitenstiele umschliessende Bänke, welche Flasern und Putzen von Eisenglimmer in sich schliessen. Es erinnert dies, wie schon bemerkt wurde, aufs Lebhafteste an eine ähnliche Erscheinung bei Berchtesgaden, wo Eisenglimmer in den Werfener Schichten einbricht.

In sehr tiefer Lage dieser Gesteinsreihe oberhalb Nona fand ich im grünlichgrauen, sandigen Mergelschiefer zahlreiche Exemplare von *Myophoria costata* und in den grossen Plattenbrüchen unterhalb Nona neben dem Wege zur Ponte di Gleno in gleichen Schichten *Myophoria costata*, *Naticella costata*, *Ammonites Cassianus* in z. Th. verkiesten oder mit einem chloritischen Ueberzug versehenen Schalen. Die hangenden Lagen dieser grossen Brüche nehmen eine röthliche Farbe an, werden ärmer an Versteinerungen, dagegen zeigen sich ihre Schichtflächen dicht bedeckt von Wülsten, Kriechspuren, Wellenfurchen u. dergleichen Unebenheiten. Wir stehen hier tief im Liegenden der Seisser Schichten, welche an dem nahen Zusammenflusse des Nonabaches mit den Hauptbache des Val di Gleno in schöner Entblössung unmittelbar auf rothem Sandstein aufruhen. Die Schichten beider Gesteinsreihen fallen mit 50—65° nach SW. ein. Wir haben hier sicher wieder den rothen Grödener Sandstein, dessen Zusammenhang mit den Collioschichten wir nun aufwärts in Val di Gleno — Ein

Digitized by Google

schnitt, der die Schichten nahe rechtwinkelig durchquert, verfolgen.

Wir steigen von der Gleno-Brücke über die querstreichenden und vorwärts nach SW. einfallenden Schichtenköpfe thalaufwärts zu immer liegenderen Bänken von rothen Sandsteinen und hellen Conglomeraten bis in die Nähe des Wasserfalls, wo grobe Conglomerate mit Rollstücken von rothem Porphyr und von Quarz sich einstellen empor. Eine auffallend weisse Sandsteinbank mit zahlreichen, rostfarbigen Putzen bilden ungefähr die Grenze zwischen den hangenden Bänken der Grödener Schichten und den nun im Liegenden folgenden, conform unter ungefähr 60° einschliessenden Schichten des sog. Rothliegenden mit den verschiedenen Gesteinslagen, wie wir solche soeben bei Fiume nero kennen gelernt habe. Eigenthümlich ist diesen Schichten eine ausgezeichnete fast senkrecht zur Schichtung gehende Schieferung. In Bezug auf Gesteinsentwicklung bemerken wir hier das Vorwalten einer schmutzig röthlichen und grauen Färbung. Diese Schichten reichen in ansehnlicher Höhe an den Gehängen der Berge empor, wo sie sich an den glimmerigen Phyllit des Mt. Gleno anlehnen.

Kehren wir zur Glenobrücke zurück, so können wir von einer Reihe von Steinbrüchen aus, welche in den abgerundeten Vorbergen auf denselben dünnspaltenden Dachschiefer-artigen Platten der Seisser Schichten mit *Myophoria costata*, wie bei Nona, im Betrieb stehen, die Grenzregion gegen den unterlagernden rothen Sandstein auf das genaueste Schicht für Schicht untersuchen. Besonders günstig hiefür ist Val Venero colina und eine Seitenschlucht bei Ronco unfern Schilpario, wo zwar die Schichten erst nach NO. einfallen, dann aber muldenförmig umbiegend ein normales SW. Einschliessen einnehmen. Wir finden auch hier, dass die durch die Steinbrüche aufgeschlossenen und ausgebeuteten Plattenmergel mit *Myophoria costata* zu der liegendsten

Digitized by Google

Reihe der Seisserschichten gehören, unter welchen zunächst dolomitisch-eisenspathige, stark rostfarbig verwitternde Gesteine in einer Mächtigkeit von nur 3—5 m sich einstellen. Unmittelbar darunter folgt dann die erste, sehr kieselreiche, von Quarzadern durchflaserte, blassrothe Sandsteinbank und dann sofort die ganze grosse Reihe der rothen Sandsteine und Conglomerate der Grödener Schichten.

Es fragt sich nun, dürfen wir diese dolomitischen Grenzschichten, der wir übrigens, auch im Gebiete von Bagolino und Collio begegnet sind, eine grössere Bedeutung zumessen, und etwa für eine Stellvertretung der Bellerophonkalke, die allerdings auf gleichem geologischem Horizonte lagern, ansehen? Hiefür liegt kein anderer Grund vor, als etwa die dolomitische Beschaffenheit des Gesteins und dies dürfte denn doch nicht genügen, um damit eine so schwerwiegende Parallele zu begründen.

Aehnlichen Lagerungsverhältnissen begegnet man auch im Venerocolina-Haupthale. Hier heben sich höher thalaufwärts unter dem Complex der rothen Sandsteine und Conglomerate die grauen und schwarzen, oder schmutzig röthlich grauen Gesteine in gleichförmiger Unterlagerung hervor, die ganz unzweifelhaft den Collio- oder sog. Rothliegenden Schichten entsprechen. Sie gewinnen jedoch hier keine grosse Mächtigkeit, weil die rothen Sandsteinschichten noch einmal in einem grossen Sattel sich umbiegen und mit widersinnigem NW. Einfallen aufs neue zur Thalsohle herab sich einsenken, wo sie in dem grossen Kahr unterhalb des Passes dessen ganze Breite einnehmen. Es stehen zwar an dem Passsteig nahe der Hütten Stallo di Venericollo noch einmal dünnplattige, graue Sandschiefer an, welche der älteren Reihe angehören. Ihre Erstreckung ist aber sehr gering, indem sich sofort höher gegen den Pass-Uebergang[18])

18) Ein plötzlich eingetretener Gewitterregen, der bis zum Abend

Digitized by Google

zu Phyllit aus dem Untergrunde heraushebt, welcher dann ohne Unterbrechung nur mit Gneiss-artigen und quarzitischen Zwischenlagen wechselnd bis zur Passhöhe und von dieser an nordwärts durch das ganze Valle di Beloiso anhält.

Die Hauptergebnisse dieser nur flüchtigen Wanderung durch den östlichen Theil der Bergamasker Alpen lässt sich endlich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Das durch Suess näher bekannt gewordene Schichtensystem mit Pflanzenresten des Rothliegenden — grünlich graue, grauwackenartige Sandsteine, graue Conglomerate und schwarze plattige, Pflanzenreste-führende Sandsteinschiefer — ist nicht ident mit den Pflanzenführenden Sandsteinlagen von Neumarkt und Recoaro.
2) Derselbe Schichtencomplex dieser älteren Gesteine — der Kürze halber Collioschichten — zeigt sich schon vertreten in der Naifschlucht bei Meran und in zahlreichen zwischen Porphyr eingeklemmten Fetzen bei Botzen.
3) Die Collioschichten schliessen sich zwar an allen Punkten, wo sie mit dem rothen Sandstein und Conglomerate (Grödener Schichten) unmittelbar zusammenstossen in gleichförmiger Unterlagerung an diese an. Aber es giebt sehr viele Punkte, wo in nächster Nähe die Grödener Schichten in ganz selbstständiger Entwicklung auftreten und unmittelbar über Phyllit das System jüngerer Schichten eröffnen. Diese Selbstständigkeit der Entwicklung spricht zu Gunsten einer Zutheilung beider Ablagerungen zu verschiedenen Formationen und gegen die Zuweisung der Grödener Schichten zu dem Rothliegenden (Zechstein).
4) Demzufolge können auch im Zusammenhalte mit dem

anhielt, verhinderte grade an der Passhöhe eingehendere Untersuchungen anzustellen.

Digitized by Google

überwiegenden Triascharakter der Neumarkter Flora die Grödener Schichten nur als Glieder der ältesten Trias angesehen werden.

5) Damit in voller Uebereinstimmung steht die Thatsache dass die Seisser Schichten mit *Myophoria costata* unmittelbar auf der obersten Bank des rothen Sandsteins aufliegen und dass also, da diese Lage dem mitteldeutschen Röth entspricht, im Falle man die Grödener Sandsteine als Repräsentanten der Dyas ansehen würde, dazwischen absolut kein Raum für eigentlichen Buntsandstein wäre.

6) Die typischen Bellerophonkalke setzen in die Westalpen nicht hinüber; die an der Grenze zwischen rothen Sandstein und Seisser Schichten bemerkbaren dolomitischen Lagen können mit einiger Sicherheit nicht für Stellvertreter gelten.

7) Die oft Gyps-führende Rauhwacke nimmt ein constantes Niveau zwischen den Campiler-Seisser Schichten und dem Brachiopodenkalk des Muschelkalkes ein.

8) In den Westalpen entwickelt sich zwischen dieser gypsführenden Rauhwacke und der genannten Brachiopodenbank des Muschelkalks noch ein ungemein mächtiges System schwarzer, weissgesprengelter, versteinerungsarmer, plattiger Kalke oder dolomitischer Kalke, die etwa den sog. Guttensteiner Kalken entsprechen und in den Ortler- und Graubündner Alpen eine dominirende Stellung gewinnen — Ortler-Kalke.

9) Die Schichtenentwicklung von der Muschelkalkbrachiopodenbank aufwärts bis zu den räthischen Schichten steht in den Bergamasker Alpen in naher Uebereinstimmung mit der südtiroler Ausbildung. Es entsprechen die Hornsteinknollenlagen den Buchensteiner Schichten, die Halobienschiefer den

Digitized by Google

Wengener Schichten, die Esinokalk- und Dolomite dem Schlerndolomit (Wettersteinkalk), die Schichten von Gorno und Dossena den Raibler Schichten und die Dolomite mit *Turbo solitarius*, *Avicula exilis*, *Megalodon triqueter*, *Dicerocardium Jani* und *Gyroporella vesiculifera* dem Hauptdolomit.

10) Unter den Gesteinen der älteren krystallinischen Schiefer spielt eine Form von Gneiss — der sog. Phyllitgneiss, Casanna-Schiefer Theobalds z. Th., — eine hervorragende Rolle und bildet ein wesentliches Glied der Phyllitformation in den Alpen.

Digitized by Google

Herr Dr. C. W. Gümbel spricht:

„Ueber die mit einer Flüssigkeit erfüllten Chalcedonmandeln (Enhydros) von Uruguay."

Die schon im Alterthume bekannten und berühmten Wasserachate oder Enhydros, welche bereits Plinius beschreibt, indem er (XXXVII. 73) anführt: „Semper rotundatis obsolutae in candore est laevis, sed ad motum fluctuat intus in ea veluti in ovis liquor" stammten aus den Monti Berici bei Vicenza. Auch der Dichter Claudius (390 n. Ch.) widmete diesen Naturseltenheiten mehrere seiner Epigramme. Denn derartige geschliefene Steine mit beweglicher Gasblase waren damals in Rom sehr geschätzt und wurden zu den Edelsteinen gerechnet.

Diese Enhydros gehören zu den bekannten sog. Achatmandeln, welche mehr oder weniger dicke Ueberrindungen oder Schalenbildungen und Ausfüllungen von Blasenräumen eruptiver Gesteine aus verschiedenen Varietäten von Quarz, sog. Chalcedon und Achat, darstellen. Die Achatmandeln sind häufig in der Mitte hohl und in diesem Falle auch meist mit nach Innen vorstehenden mehr oder weniger ausgebildeten Quarzkrystallen, wohl auch mit Kalkspath, Zeolith und Grünerde überkleidet, oft selbst mit einer ockerigen, manganhaltigen Substanz versehen. Bei den Enhydros kommt dazu, dass der übrig bleibende Hohlraum mit einer Flüssigkeit und in der Regel mit einer Gasblase erfüllt ist, die sich stellenweis

Digitized by Google

durch die durchscheinende Chalcedonwandung deutlich wahrnehmen lässt. Solche Enhydros galten von jeher als die grössten Seltenheiten in den Mineraliensammlungen. Ihr Vorkommen war fast in Vergessenheit gerathen, als Fortis (Mém. pour servis a l'histoire natur. de 'Italie 1802 T. I. p. 52 und ff.) sie gleichsam wieder entdeckte und vom Monte Tondo und von Maïn des Mt. Galda bei Vicenza unter der Bezeichnung Achatenhydres beschrieb. Er bemerkt hierüber, dass solche Chalcedongeoden mit Wassereinschlüssen an dem zuerst genannten Orte sich häufig genug vorfänden, dass aber der Besitzer von Grund und Boden die Erlaubniss nach ihnen zu graben verweigere. Im Ganzen scheinen diese Enhydros wenig beachten geblieben zu sein und erst bei Humphry Davy finden wir eine nähere Angabe über die Beschaffenheit der eingeschlossenen Flüssigkeiten und Gase in diesen Wasserachaten von Vicenza. Es erwähnt zwar auch Bischof (Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie 2. Aufl. Bd. III S. 632) das Vorkommen von mit Wasser erfüllten Achatmandeln bei Oberstein und von anderen Orten, geht aber nicht näher auf die Beschaffenheit dieses eingeschlossenen Wassers ein und ebenso berührt er nur flüchtig (a. a. O. Bd. II S. 855 u. ffd.), dass nach Silleman eine milchige Flüssigkeit, womit Chalcedonmandeln erfüllt waren, beim Verdunsten an der Luft kleine farblose 1½ Linien lange Quarzkrystalle abgesetzt hätten.

Es traten in neuester Zeit die schon von Davy und Brewster begonnenen Untersuchungen der in mikroscopisch kleinen Hohlräumchen enthaltenen Flüssigkeiten krystallisirter Mineralien, hauptsächlich des Quarzes mehr in den Vordergrund, wobei sich aus den vortrefflichen Beobachtungen Sorby's, Vogelsang's und Anderer ergab, dass

1) Sur l'état où se trouve l'eau et les matières aériformes dans les cavités des certains cristaus. Annales de chimie et de physique T. XXI. 1822 p. 132 et seq.

Digitized by

die in Krystallen eingeschlossenen Flüssigkeiten meist aus Wasser, oder doch vorwaltend aus Wasser mit einem Gehalt an verschiedenen Salzen (Chlornatrium, Chlorkalium, Sulphate von Kali, Natron, Kalkerde etc.) und Gasen (Kohlensäure) oder aber aus mehr oder weniger reiner, zu einer Flüssigkeit condensirten Kohlensäure bestehen.

Erst die reiche Vorlage von mit einer Flüssigkeit erfüllten Chalcedonmandeln auf der Pariser Weltausstellung im Jahre 1878, welche von der Regierung Uruguay's aus der Provinz Salto gesendet worden waren, lenkte die Aufmerksamkeit wieder mehr auf diesen Gegenstand zurück. Dadurch dass die Achatindustrie von Oberstein und Idar jetzt nicht mehr oder selten in der Nähe dieser Orte gewonnene Achate, sondern grösstentheils solche aus Südamerika bezogene Steine verarbeitet, begünstigte die Gelegenheit, mich in den Besitz einiger solcher amerikanischer Enhydros zu setzen, welche genau dieselbe Beschaffenheit besitzen, wie jene Exemplare, welche in der Novembersitzung der Herr Geh.-Rath Dr. v. Pettenkofer als Geschenk des Herrn Dr. Günther, der Chemikers Fleischextractfabrik in Fray Bentos der Akademie vorgelegt hat. Der Fundort der von mir untersuchten Enhydros ist unzweifelhalt der nämliche, wie jener nach der Angabe des Herrn Dr. Günther, nämlich bei Catalan, 30 Leguas NO. von der Stadt Salto in Uruguay, wo sich die grossen Achatgruben des Herrn Schuch befinden. Das von mir zur näheren Untersuchung verwendete grössere Exemplar von flachlinsenförmiger Gestalt liess an einzelnen dünnwandigen Stellen der durchscheinenden Chalcedonschale sehr deutlich eine mässig grosse Gasblase erkennen, welche sich bei dem Umwenden des Steins, einer Libelle gleich, lebhaft bewegte und die Anwesenheit einer ansehnlichen Menge von Flüssigkeit in dem Hohlraume verrieth.

Eine Reihe hochinteressanter geologischer Fragen schien

Digitized by Google

sich mir mit dieser Erscheinung zu verknüpfen. Zunächst war es wichtig festzustellen, sowohl aus welcher Gasart die Libelle besteht, als auch ob dieselbe eine geringere oder höhere Spannung besitze. Es durfte bei den verschiedenen Möglichkeiten der Zusammensetzung der eingeschlossenen Flüssigkeit wohl auch an einen hohen Gehalt an Kohlensäure und an Salzlösungen verschiedener Art, vielleicht selbst an Kieselsäure gedacht werden. Es lag die Frage nahe, ob die eingeschlossene Flüssigkeit etwa vielleicht gleichsam als die Mutterlauge, aus der sich die Quarzmasse der Mandel ausgeschieden habe[1]), anzusehen sei.

Die mechanische Vorrichtung, welche für diese Untersuchungen nothwendig waren, verdanke ich der ausnehmenden Gefälligkeit von Herrn Professor Bauschinger, für dessen freundliche Unterstützung ich hier den besten Dank auszusprechen gerne Veranlassung nehme.

Was zunächst das Aeussere der von mir untersuchten Chalcedonmandel anbelangt, so liess der flacheiförmige Stein bei einer grössten Länge von 53 mm. einer grössten Breite von 44 mm. und einer grössten Dicke von 22 mm. im Gewicht von 51,361 gr. auf der einen Flachseite eine ziemlich glatte Wölbung wahrnehmen, während die andere Seite aus einer Anzahl von warzen- oder fladenförmigen, unregelmässig concentrischen Chalcedon-Wülste zusammengesetzt erscheint. Diese Wülste deuten unzweifelhaft die einzelnen Stellen an, wo die sich absetzende Quarzsubstanz in den vorhandenen Mandelhohlraum eingeführt wurde. Oft ziemlich hochgewölbt bestehen diese Wülste, welche den harz- oder gummiartigen Ausschwitzungen mancher Bäume nicht unähnlich sind, aus verschiedenen nach und nach gebildeten Lagen, welche in unregelmässig

1) Diese kurze Mittheilung will nur als eine vorläufige angesehen werden, da es bis jetzt an Material fehlt, weitere exaktere Untersuchungen anstellen zu können.

Digitized by Google

concentrischen, ringförmigen und oft gekröseartig gelappten Absätzen terrassenförmig sich aneinander anschliessen. Die Aehnlichkeit mit den bekannten Kieselringen mancher in Quarzsubstanz übergegangener Muschelschalen ist unverkennbar. Es sind dies Erscheinungen in Folge der Infiltration der aus einer Lösung sich absetzenden Kieselsubstanz. Indem sich nun Wulst an Wulst anschloss, entstand im Innern des Blasenraumes irgend eines Eruptivgesteins nach und nach eine zusammenhängende Wand und eine oft völlig geschlossene Mandel mit grubigen Vertiefungen zwischen den fladenförmigen Warzen. Die untere glatte Wand von Kieselsubstanz scheint Stalagmiten-artig entstanden zu sein. Doch giebt es auch namentlich kleinere, nach allen Seiten hin gleichmässig warzige Mandeln, bei welchen der formgebende Blasenraum seiner Längenausdehnung nach wahrscheinlich mehr oder weniger senkrecht im Gestein gestellt war.

Die Substanz der Mandelwände ist Chalcedon d. h. anscheinend dichte, im polarisirten Lichte in bunten Aggregatfarben sich zeigende Quarzsubstanz, welche ohne Wasser zu enthalten theilweise in Kalilauge sich löst. Meine Versuche ergaben, dass bei anhaltendem Kochen des mittelfeinen Pulvers der äusseren Rinde in concentrirter Kalilauge nur 3,7% in Lösung gingen. Die Chalcedonwand ist durchscheinend genug, um die Gasblase deutlich zu sehen, aber doch nicht zureichend durchsichtig, um ihre Grenze genau fest stellen zu können. Nach Innen wechseln hellere und milchigtrübe, concentrische Lagen mit einander und endlich geht diese Rindenschale in reine Quarzsubstanz über, welche in stark glänzenden prächtigen Krystallspitzen in den Hohlraum vorragt. Die meisten dieser schönen Quarzkrystalle sind wasserhell, einzelne gelblich oder rauchgrau; ein staubiger Ueberzug über den Krystallen wurde an den entleerten Mandeln nirgend bemerkt. Doch bestehen die meisten Steine

Digitized by Google

nicht blos aus Quarzsubstanz. Man bemerkt auf der Oberfläche hier und da auch Kalkspaththeile, die in wasserhellen rhomboëdrischen Krystallen gleichsam zwischen und in den Chalcedonwülsten eingewachsen sind. Im Innern der Mandeln sah ich keinen Kalksptath.

Vorversuche hatten gelehrt, dass die Gasblase beim Erwärmen des ganzen Steins selbst bis auf 100° C. sich nicht wesentlich in ihren Dimensionen änderte, so weit sich dies durch die nur durchscheinende Chaledonwand bemessen liess.

Eine höhere Temperatur anzuwenden schien nicht räthlich, nun sich nicht der Gefahr auszusetzen, durch ein Platzen der Wandung der Möglichkeit, andere Versuche anzustellen, beraubt zu werden. Hatte doch ein anderer Versuch an einem zum Glück nur kleinen Enhydros bereits Lehrgeld gefordert. Beim Erkalten desselben bis etwa −6° C. war die Flüssigkeit im Innern gefroren. Denn die Libelle blieb unverrückbar bei jeder Wendung des Steins an der gleichen Stelle. Bei näherer Betrachtung zeigte sich aber auch an einer Stelle der Oberfläche eine kleine Eiskruste, die nur von aus dem Innern ausgetretener Flüssigkeit abstammen konnte. Diese Eiskruste zerschmolz genau bei 0° C. zu einer wässrigen Flüssigkeit, die keine anderen Eigenschaften, als die des Wassers zu erkennen gab. Bei näherer Besichtigung fand sich ein früher nicht vorhandener feiner Riss in der Wand, durch welche die Flüssigkeit bei dem Gefrieren des Wassers im Innern herausgepresst worden war. Dieser Verlust der inneren Flüssigkeit wurde auch unzweideutig durch die auffallende Vergrösserung der Libelle nach dem Wiederaufthauen bestätigt. Doch war durch diesen unglücklichen Versuch wenigstens so viel wahrscheinlich gemacht worden, dass, weil die Flüssigkeit so nahe übereinstimmend mit dem Wasser in festem und flüssigem Zustand übergeführt werden konnte, die eingeschlossene Flüssigkeit der Hauptsache nach aus Wasser bestehe. Bei einem

Digitized by Google

anderen Versuche verwandelte sich die Flüssigkeit eines kleinen Enhydros bei etwas unter —0° in Eis, ohne dass die Wände zersprengt wurden, weil, wie es scheint, dieselben fest genug waren, der Ausdehnung des Eises Widerstand zu leisten.

Um nun zunächst die Natur der Gase der Luftblase kennen zu lernen, wurde der Enhydros in ein kleines Gefäss mit starken Gaswänden eingegypst und dieses Gefäss oben mit einem Deckel luftdicht verschlossen, durch welchen ein kleiner mit einem Diamant versehener Stift mittelst einer dichten Stopfbüchse hindurch geführt war, um an einer anscheinend dünnwandigen Stelle eine Oeffnung in den Stein bohren zu können. Ferner war dieser Fassungsraum durch zwei mit Hähnen luftdicht verschliessbaren Röhrenansätzen einer Seits mit einer Luftpumpe, anderer Seits mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung gesetzt. Durch wiederholtes Auspumpen des Fassungsraumes unter Nachströmen von trockener, kohlensäurefreier Luft wurde schliesslich ein möglichst luftverdünnter Raum hergestellt. Alsdann wurde der Bohrer nach Abschluss der Verbindung mit der Luftpumpe und nach Herstellung der Verbindung mit dem Manometer in Bewegung gesetzt und gleichzeitig mit einem kleinen Fernrohr der Stand des Quecksilbers im Manometer scharf beobachtet. Herr Prof. Bauschinger hatte die Güte mir hierüber eingehende Mittheilung zu machen.

Bei Beginn des Bohrens war der Manometerstand 708,5 mm. bei einem Barometerstand von 726,5 mm. und 15,5° Lufttemperatur. Die Luft in dem Fassungsraum hatte also einen Druck von 18 mm. Quecksilbersäule bei 15,5° C. Dieser Druck sank während des Bohrens (etwa 15 Minuten) allmählig auf 31 mm.

Im Moment des Duchbohrens senkte sich die beobachtete Kuppe des Manometers plötzlich um 0,75 mm. Durch

den Ausfluss des Gases in der Libelle der Chalcedonhöhlung war mithin der Druck im Fassungsraum plötzlich von 31 mm. auf 32,5 gestiegen. Dieser Stand erhielt sich mehrere Minuten lang. Es darf wohl angenommen werden, dass die Verdunstung der eingeschlossenen Flüssigkeit eine geringe war. Durch ein Neigen des Manometerrohres wurde das Gas im oberen Theile des Manometerrohres und der Verbindungsröhre in den Fassungsraum zurückgetrieben. Dabei beschlugen sich die Gaswände des Fassungsraums reichlich mit Flüssigkeitsperlen.

Nachdem nun an die Stelle des Manometers ein Chlorcalciumrohr und ein Kalikugelapparat angebracht und ebenso ein gleicher Apparat zwischen Fassungsraum und Luftpumpe eingeführt worden war, wurde das im Fassungsraum enthaltene Luft- und Gasgemisch mittelst der Luftpumpe langsam und behutsam durch das Chlorkalkrohr und den Kaliapparat abgesaugt und dies so lange fortgesetzt bis alle Gase des Fassungsraumes durch den vorgespannten Apparat zweifelsohne durchgetrieben worden waren. Das Chlorcalciumrohr hatte nach Beendigung der Operation um 0,009 gr. an Gewicht zugenommen, der Kaliapparat liess keine Gewichtszunahme beobachten. Die Gasblase der Chalcedonmandeln enthielt folglich keine merkliche Menge von Kohlensäure, nur Wasserdampf und wahrscheinlich atmosphärische Luft.

Um die Spannung des gasförmigen Inhaltes der Chalcedonmandeln zu ermitteln, war der Rauminhalt des Fassungsraums und der Zuleitungsröhre zum Manometer, das mit Luft erfüllten Theils des letzteren und des Inhalts der Gasblase näher festzustellen. Im Moment des Durchbohrens hatte die ausgetrocknete und Kohlensäure-freie Luft des Fassungsraumes sammt Anschluss = 60,91 ccm. und einen Druck, wie oben angeführt, von 31 mm. Quecksilber. Nach dem Durchbohren erhöhte sich dieser Druck plötzlich

Digitized by Google

auf 32,5 mm., wodurch jenes Volum auf $60{,}91 \times \frac{31}{32{,}5} =$ 58,10 ccm. verringert wurde. Die Differenz $60{,}91 - 58{,}10 =$ 2,81 ccm. nahm das entströmte Gas der durchbohrten Chalcedonmandeln bei 32,5 mm Quecks. und 15,5° C. ein.

Nach sorgfältiger Bestimmung unter Berücksichtigung des Barometerstandes und der Temperatur war das Gewicht der Chalcedonmandel in ursprünglichem Zustande 51,361 gr.
leer und ausgetrocknet . . . . 48,928 „
ganz mit destillirtem Wasser gefüllt . . . . 54,155 „
Es wog demnach die Flüssigkeit . . . . . . 2,433 „
die Füllung mit destillirtem Wasser . . . . 5,227 „

Nimmt man nun vorläufig die Flüssigkeit als Wasser an, so ist mit grosser Annäherung der Voluminhalt der Gasblase im ursprünglichen Zustande

$$= 5{,}227 - 2{,}433 = 2{,}794 \text{ ccm.}$$

Nach dem Durchbohren dagegen betrug es
$2{,}794 + 2{,}81 = 5{,}60$ ccm bei 32,5 mm. Quecksilber und 15,5° C.

Das Gas der Libelle muss also ursprünglich eine Spannung von $32{,}5 \times \frac{5{,}60}{2{,}794} = 65{,}1$ mm. Quecks. bei 15,5° C. besessen haben.

Setzt man die Spannung gesättigten Wasserdampfes, der wohl in der Gasblase als vorhanden angenommen werden darf, = 13 mm., so bleiben noch

$$65{,}1 - 13 = \backsim 52 \text{ mm.}$$

als Spannung der wahrscheinlich atmosphärischen Luft in der Gasblase. Im Augenblick also, in dem die Chalcedonmandel sich schloss, könnte man annehmen, habe sie sich in einer Atmosphäre von Wasserdampf und atmosphärischer Luft befunden, deren Temperatur so hoch war, dass durch Abkühlung des in der Mandel eingeschlossenen Theils auf 15,5° C. die Spannung derselben bis auf 65 mm. herabsank.

Digitized by Google

Man darf vielleicht aus der Gegenwart der atmosphärischen Luft folgern, dass der Druck der Atmosphäre, in welcher die Chalcedonmandel sich nach und nach bildete, nicht sehr von dem Druck der atmosphärischen Luft an der Erdoberfläche verschieden gewesen sein dürfte; es ergäbe sich dann weiters, dass die Temperatur derselben etwa 100^0 C. betragen habe.

Nach diesen Experimenten bezüglich der Gasblase war meine fernere Aufgabe auf die Untersuchung der Flüssigkeit gerichtet, da eine weitere Untersuchung der geringen Menge des Gases der Luftblase nicht thunlich war.

Nach Abnahme des Deckels wurde die in der Chalcedonmandel noch vorhandene Flüssigkeit rasch herausgenommen. Es zeigte sich aber leider die Flüssigkeit durch das Bohrmehl verunreinigt, milchig weiss und liess sich auch nicht durch Filtriren reinigen, da das feine Bohrmehl durch das Filter ging. Die Flüssigkeit war übrigens geruch- und geschmacklos, ohne alkalische und ohne deutliche saure Reaction; wenigstens liess letztere sich nicht mit voller Sicherheit feststellen. Eine geringe Trübung in ganz frisch bereitetem Barytwasser rührt z. Th. von einem Gehalt an Schwefelsäure her. Die gewonnene Flüssigkeit betrug kaum die Hälfte der ursprünglich in der Mandel erhaltenen Menge. Uebrigens war dieselbe, nachdem sich das Bohrmehl abgesetzt hatte, vollständig wasserhell. Um sie von letzterem zu befreien, blieb nichts übrig, als sie langsam auf einem flachen Uhrgläschen unter der Glasglocke freiwillig verdunsten zu lassen. Nach dem Eintrocknen erkannte man unter dem Mikroscop neben dem unregelmässigen Bohrmehl deutlich einzelne Kryställchen von quadratischen Umrissen, kleinste Nädelchen, welche einzeln und in Eisblumen-ähnlichen Ausbildungen sich zeigten und ausserdem einzelne kleinste Coccolithen-ähnliche Scheibchen einer nicht doppelt brechenden Substanz. Um nun das eingetrocknete Bohrmehl zu beseitigen, wurde der Absatz vorsichtig mit Wasser über-

Digitized by Google

gossen, schwach erwärmt und das Wasser langsam abfliessen lassen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass anscheinend alle früheren als Kryställchen abgeschiedenen Theile wieder in Lösung gegangen waren und aus dieser Lösung wieder in ähnlichen Formen sich beim Eintrocknen ausschieden. Die Menge dieser Salze betrug auf die ursprüngliche Flüssigkeitsquantität 2,433 gr. berechnet in Procenten = 0,007, was einem Gehalt von 70 mm. Salzen in einem Liter Flüssigkeit entsprechen würde. Indess kann diese Gewichtsbestimmung auf keine Genauigkeit Anspruch machen, weil immerhin ein nicht unbeträchtlicher Theil der Flüssigkeit abgesehen von der Verdunstung zu Verlust gegangen war.

Die erhaltenen Salze gaben die Reaction auf Chlor, Schwefelsäure, Natron und Kalk; auf Kalium wurde mit negativem Ergebnissen geprüft. Im Zusammenhalt mit den unter dem Mikroscop beobachteten Formen der Krystallausscheidungen ist der Gehalt an Chlornatrium sicher gestellt. Wahrscheinlich findet sich daneben auch noch Chlorcalcium und schwefelsaurer Kalk. Zu weiteren Prüfungen war die Rückstandsmenge zu gering. Eine der wichtigsten Fragen, ob die Flüssigkeit Spuren von Kieselsäure in Lösung enthielt, musste wegen der Verunreinigung mit kieseligem Bohrmehl unentschieden gelassen werden. Die Gefälligkeit der Herrn Conservators der Mineralogischen Sammlung des Staates Prof. Dr. v. Kobell setzte mich jedoch durch Ueberlassung eines Enhydros von der erwähnten Sendung des Herrn Dr. Günther aus Uruguay in die Lage, auch dieser Frage näher zu treten. Aeussere und innere Beschaffenheit dieses Exemplars stimmte aufs Genaueste mit jenem ersten, durch Anbohren geöffneter Enhydros. Dasselbe wurde vorsichtlich zerschlagen und auf diese Weise die freilich sehr geringe Flüssigkeitsmenge rein und wasserhell gewonnen. Ein kleiner Verlust war auch hier bei dem schwierigen Zerschlagen der harten Quarzrinde unvermeidlich, daher die Quantität nicht

genau bestimmt werden konnte. Der Rückstand beim Eintrocknen betrug ungefähr eben so viel, wie bei der ersten Probe und zeigte unter dem Mikroscop auch ganz denselben Anflug von Kryställchen. Dieser Rückstand wurde scharf bei 120° C. längere Zeit getrocknet um etwa aus der Flüssigkeit ausgeschiedene Kieselsäure in die unlösliche Modifikation überzuführen, dann mit Wasser befeuchtet, schwach erwärmt und nun die Flüssigkeit vorsichtig abgegossen. Auch in diesem Falle lösten sich alle abgesetzten Kryställchen wieder im Wasser und es blieb kein erkennbarer Rückstand, der als Kieselsäure hätte gedeutet werden können. Es muss zugegeben werden, dass die Quantitäten, mit welchen diese Versuche angestellt wurden, freilich so gering waren, dass kleine Mengen etwa in Lösung befindlicher Kieselsäure sich dem Nachweise entziehen konnten. Es darf daher auch nur gesagt werden, dass grössere Mengen von Kieselsäure in der Flüssigkeit nicht enthalten sind. Die durch Condensiren der verdunsteten Flüssigkeit wieder erhaltene Flüssigkeit liess nur die Beschaffenheit reinen Wassers erkennen.

Nach diesen keineswegs erschöpfenden Versuchen ist es wenigstens doch sehr wahrscheinlich gemacht, dass der Hauptsache nach die Flüssigkeit der Enhydros von Uruguay aus Wasser besteht mit geringen Mengen von gelösten Salzen, während die Gasblase nur atmosphärische Luft enthält.

Dieses Resultat stimmt im Wesentlichen mit den frühern Untersuchungsergebnissen von H. Davy an den Flüssigkeitseinschluss der Enhydros aus den Berenicischen Bergen, welcher wie Davy (a. a. O. S. 138) anführt, aus beinahe reinem Wasser bestand und mit Silbernitrat und Barytsalzen kaum sichtbare Niederschläge gab, überein. Das eingeschlossene Gas jener italienischen Chalcedonmandeln dagegen hält Davy für Stickstoff unter der Annahme, dass der Sauerstoff

Digitized by Google

der Luft von dem Wasser aufgenommen worden sei. Diese Frage muss vorläufig noch eine offene bleiben.

In Bezug auf die Bedeutung dieser Wassereinschlüsse in Chalcedonmandeln für die Beantwortung geologischer Fragen dürfte es wohl überflüssig sein darauf hinzuweisen, dass eine Bildung dieser Mandeln auf feuerflüssigem Wege, also als Ausscheidung aus geschmolzenen Gesteinsmagma völlig undenkbar erscheint. Eine solche Annahme wird wohl heutzutage von Niemanden mehr ernstlich gemacht werden wollen.

Dass bei der Entstehung dieser Chalcedonmandeln in bereits vorhandenen Blasenräumen eruptiver Gesteine eine Abscheidung von Kieselsäure aus wässriger Lösung stattfand, ist nicht zu bezweifeln, wenn auch hierzu enorm lange Zeiträume erforderlich sind. Denn nach Bischof (a. a. O. S. 635) vermag Wasser nur 0,0001 seines Gewichts Kieselsäure zu lösen und nach den obigen Ergebniss ist nicht anzunehmen, dass eine beträchtlich grössere Lösungsfähigkeit des Wassers aus dem die Quarzsubstanz sich absetzte, vorausgesetzt werden darf, wenn die eingeschlossene Flüssigkeit gleichsam als ein gefangen gehaltener Rest eines solchen Nährwassers angesehen werden dürfte. Dasselbe enthält weder nambafte Menge von die Löslichkeit der Kieselsäure fördernden Stoffen, noch scheint sie eine sehr beträchtlich höhere Temperatur im Moment des Einschlusses besessen zu haben. Freilich ist die Beurtheilung immer eine unsichere, weil wir nicht absolut sicher wissen, in welcher Höhe oder Tiefe der Erdrinde das Gestein in der Zeit der Entstehung der Chalcedonmandel sich befand.

Ist aber dieses eingeschlossene Wasser wirklich als ein Ueberbleibsel der ursprünglichen Bildungsflüssigkeit für die Quarzausscheidungen anzusehen? Ich glaube diese Frage verneinen zu müssen. Wir dürfen uns die Ausscheidung der Quarzsubstanz in den Mandelraum kaum anderes erfolgt

Digitized by Google

denken, als ungefähr analog der Bildung der Tropfsteine in Höhlen. Nur scheint nicht, wie bei letzteren, die Verflüchtigung der Kohlensäure eine Rolle gespielt zu haben, sondern die einfache Verdunstung des Wassers an den Wandungen der Blasenräume den Absatz bewirkt zu haben. Auch wird wohl die Bildungsflüssigkeit vorherrschend durch die Porosität des Gesteins nach Art der Wirkung der Haarröhrchen angesaugt und zu den Hohlräumen geleitet worden sein, was bei den meisten Mandeln aus der gleichartigen Ausbildung des Mandelraums nach allen Richtungen hin hervor zu gehen scheint. Die nach und nach von aussen nach innen krustenartig sich bildenden Chalcedonschalen müssen aber durchdringbar d. h. es müssen zwischen den einzelnen Infiltrationsstellen für die Flüssigkeit zugängliche Kanälchen offen geblieben sein, um letztere fort und fort in's Innere gelangen zu lassen und die Verdunstung zu ermöglichen. Der Unterschied zwischen der Chalcedon- und Achat-artigen Ausbildung der Kieselsäure in den äusseren Schalen und der Krystalle nach Innen dürfte wesentlich auf einer Verlangsamung des Verdunstungs- und Ausscheidungsprocesses beruhen. Es ist nicht anzunehmen, dass während der Entstehung der Quarzmasse jeder Hohlraum ganz mit Flüssigkeit gefüllt war, wie es jetzt bei den Enhydros bis zu einer kleinen Luftblase der Fall ist. Das Wasser dieser letzteren stammt, wie mir scheint, aus der letzten Periode verringeren Verdunstungsfähigkeit, wodurch sich an einzelnen Exemplaren eine Anhäufung von Flüssigkeit ergab. Wurden nun durch einen besonderen Umstand bei der einen oder anderen Mandel die letzten Zugänge durch Absatz von Kieselsubstanz vollends verstopft, so blieb das sich ansammelnde Wasser, von dem mehr zuging als verdunsten konnte, eingeschlossen und bildet nun die Flüssigkeit unserer Enhydros.

Digitized by Google

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der Redaction der Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. Jahrg. 1880 Nr. 1—3. 4. 5. 6. 4°.

Vom naturhistorischen Landesmuseum in Kärnten zu Klagenfurt.

Carnithia, Zeitschrift. Jahrg. 69. 1879. 8°.

Von der geographischen Gesellschaft in Hannover:

I. Jahresbericht. 1879. 8°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrsschrift. Jahrg. 23. 1878. 8°.

Vom Verein zur Beförderung des Gartenbaues in Berlin:

Monatsschrift. 1879 Jan.—Dez. 8°.

Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. Jahrg. XIII. 1880. 8°.

Von der schweizerischen geologischen Commission in Bern:

Beiträge zu einer geologischen Karte der Schweiz. Lief. XVII Text zu Blatt 24 (Tessin) 1880. 4°.

Digitized by Google

Von der American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings at the 26. annual Meeting held in Atlanta. 1879. 8°.

Von der American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XIV. 1879. 8°.

Von der New-York Academy of Sciences in New-York:

Annals. Vol. I. 1878. 8°.

Vom Canadian Institute in Toronto:

The Canadian Journal: Proceedings of the Canadian Institute. New Ser. 1879. 8°.

Von der Boston Society of natural History in Boston:

a) Memoirs. Vol. III. Part 1. 1878—79. 4°.
b) Proceedings. Vol. XX. 1878—79. 8°.
c) Guides for Science-teaching. Nr. I—V. 1878—79. 8°.

Vom Essex Institute in Salem:

Bulletin of the Essex Institute. Vol. 10. 1878. 8°.

Von der Redaction des American Journal in New-Haven:

The American Journal of Science and Arts. Vol. XVII. Nr. 101. 102. Vol. XVIII. Nr. 103—106. 1879. 8°.

Vom United States Naval Observatory in Washington:

a) Astronomical and Meteorological Observations made during the year 1875. 1878. 4°.
b) Washington Observations for 1868. Appendix I. 1869 App. II. — 1870 App. I. III. IV. — 1871 App. I. — 1872 App. I. II. — 1873 App. I — 1874 App. II. 4°.
c) Zones of Stars observed at the National Observatory Washington. Vol. I. Part 1. 1860. 4°.
d) Report of the Commission on site for Naval Observatory. 1879. 8°.

Digitized by Google

Von der Sociedad „Andres del Rio“ in Mexico:

Boletin. Cuad. 2. 1878. 8°.

Von der Universidad de Chile in Santiago:

a) Annuario hidrografico de la marina de Chile Anno 4. 1878. 8°.
b) Estudios sobre las aguas de Skyring i la parte austral de Patagonia. 1878. 8°.

Von der Société des sciences naturelles in Neuchatel:

Bulletin. Tom XI. Cahier 3. 1879. 8°.

Von der Accademia Pontificia de' nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 32 Sessione III. 1879. 4°.

Vom Verein böhmischer Mathematiker in Prag:

Časopis. Bd. VIII. 1878—79. 8°.

Vom Museo civico di storia naturale in Genova:

Annali. Vol. 14. 1879. 8°.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. November 1879. 8°.

Von der Académie de médecine in Paris:

Bulletin 1880. 1879—80. 8°.

Von der k. ungarischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Budapest:

a) Ungarns Spinnen-Fauna von Otto Herman. Band III. 1879. 4°.
b) Chemische Analyse ungarischer Fahlerze von Koloman Hidegh. 1879. 4°.

Digitized by Google

c) Bibliotheca Hungarica historiae naturalis et matheseos. Auctore József-Szinnyei. 1878. 4°.
d) Catalog der Bibliothek der ungarischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft von August Heller 1877. 8°.

Von der finländischen Gesellschaft der Wissenschaften in Helsingfors:

Observations météorologiques. Année 1877. 1879. 8°.

Vom Museum in Tromso:

Aarshefter II. Tromsö 1879. 8°.

Von der Astronomical Observatory of Harvard College in Cambridge, Mass.

34. annual Report for 1879. 1880. 8°.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 90. 1880. 4°.

Vom Museum of comparative zoology in Cambridge, Mass.

Annual Report for 1878—79. 1879. 8°.

Von der Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1880. 8°.

Vom Bureau of Navigation in Washington:

The American Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1882. 1879. 8°.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 458. 1880. gr 8°.

Von der physical.-medicin. Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. N. F. Bd. XIV. 1880. 8°.

Digitized by Google

Von der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher in Halle a/S.

a) Leopoldina. Heft XVI. 1880. 4⁰.
b) Nova Acta. Tomus 40. 1878. 4⁰.

Von der physicalisch-medicinischen Societät in Erlangen:

Sitzungsberichte. Heft 11. 1879. 8⁰.

Vom naturwissenschaftlich-medicinischen Verein in Innsbruck:

Berichte. IX. Jahrg. 1878. 1879. 8⁰.

Von der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

18. Bericht. 1879. 8⁰.

Von der Sociedad de geografia y estadistica in Mexiko:

Boletin. Tomo IV n⁰ 6 y 7. 1879. 8⁰.

Von der royal Microscopical Society in London:

Journal. Vol. III. 1880. 8⁰.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali dell' adunanza del dì 11 gennaio 1880. 8⁰.

Vom meteorological Committee in Calcutta:

Registers of original Observations in 1879. January 1879. Fol.

Vom Museum of comparative zoology in Cambridge, Mass.

Bulletin. Vol. VI. 1879. 8⁰.

Digitized by Google

Von der Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin. Tom. XIV. 1880. 8°.

Von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg:

Mélanges biologiques. Tom. X. Livr. 2. 1879. 8°.

Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Le télémétéorographe d'Olland décrit per M. Snellen. 1879. 8°.

Von der Provinciaal Utrechtsch Genootschaap in Utrecht:

Prize Essay on Evaporation by S. H. Miller. 1878. 4°.
Verhandeling over de ver damping van Water, door J. E. Enklaar. 1878. 4°.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Décembre 1879. 8°.

Von der kaiserl. Sternwarte in Pulkowa:

a) Tabulae quantitatum Besselianarum pro annis 1880 ad 1884 ed. O. Struve. Petropoli 1879. 8°.
b) Mesures micrométriques corrigées des étoiles doubles, par O. Struve. St. Pétersbourg 1879. 4°.

Von der Academia nacional de ciencias de la república Argentina in Córdoba:

Boletin. Tomo III. 1879. 8°.

Vom Nederlandsch Meteorologisch Instituut in Utrecht:

Meteorologisch Jaarboek voor 1878. 30. Jaargang. 1879. quer 4°.

Digitized by Google

Vom Herrn A. Ecker in Freiburg i. Br.:

Der Steisshaarwirbel (vertex cocoygeus). Berlin 1879. 4°.

Vom Herrn Gustav Ritter von Wex in Wien:

Zweite Abhandlung über die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen. 1879. 4°.

Vom Herrn F. V. Hayden in Washington:

a) Catalogue of the Publications of the U. S. Geological and geographical Survey of the Territories. 3. ed. 1879. 8°.
b) Bulletin of the U. S. Geological and Geographical Survey of the Territories. Vol. 5. 1879. 8°.

Vom Herrn Henry Draper in London.

On the Coincidence of the Bright Lines of the Oxygen Spectrum. 1879. 8°.

Vom Herrn Michele Stossich in Triest:

Prospetto della Fauna del mare Adriatico. Parte I. 1879. 8°.

Vom Herrn Arcangelo Scacchi in Neapel:

Ricerche chimiche sulle incrostazioni gialle della lava Vesuviana del 1631. 1879. 4°.

Vom Herrn Valerian von Möller in St. Petersburg:

Die Foraminiferen des russischen Kohlenkalks. 1879. 4°.

Vom Herrn Ph. Plantamour in Genf:

Des mouvements périodiques du sol. 1879. 8°.

Vom Herrn John Collett, Chief of Bureau of Statistics and Geology in Indianopolis:

8.—10. annual Reports of the geological Survey of Indiana made 1876—78 by E. T. Cox. 1878. 8°.

Digitized by Google

Vom Herrn Ferdinand von Müller in Melbourne:

A Descriptive Atlas of the Eucalypts of Australia. 4. Decade. 1879. 4°.

Vom Herrn G. vom Rath in Bonn:

Vorträge und Mittheilungen. 1880. 8°.

Vom Herrn Jules Mac Leod in Gent:

La structure des trachées et la circulation péritrachéenne. Bruxelles 1880. 8°.

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Oeffentliche Sitzung.

zur Feier des 121. Stiftungstages

am 20. März 1880.

Der Secretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr v. Kobell zeigt nachstehende Todesfälle der Mitglieder an:

1) Johann von Lamont.

Geb. 1805 am 13. December zu Brämar in Schottland.
Gest. 1879 am 6. August zu Bogenhausen bei München.

Lamont kam als ein Knabe von 12 Jahren in das Schottenkloster zu Regensburg. Er erhielt daselbst seine erste wissenschaftliche Bildung, besuchte das Gymnasium und das Lyceum und widmete sich der Theologie. Der Prior des Klosters P. Deasson, ein ausgezeichneter Mathematiker und praktischer Mechaniker leitete Lamonts bezügliche Studien und als 1818 die neue Sternwarte in Bogenhausen bei München gebaut war und von dem dafür ernannten Vorstand, dem Steuerrath Soldener, bezogen wurde, kam Lamont durch Vermittlung des Priors Deasson als angehender Astronom an diese Sternwarte, und wurde auf Wunsch und Empfehlung Soldeners 1828 Assitent und Adjunkt an derselben. Nach dem Tode Sol-

Digitized by Google

deners wurde Lamont 1835 an dessen Stelle zum Conservator ernannt, indem seine bisherigen Leistungen und eine sehr ehrende Empfehlung des berühmten Astronomen Schuhmacher in Altona den damaligen Präsidenten der Akademie von Schelling veranlasste, ihm, gegenüber dem concurrirenden, von Bessel empfohlenen, Akademiker Steinheil, seine Stimme zu geben. Er begann nun in ununterbrochener Thätigkeit seine Beobachtungen am gestirnten Himmel, unterstützt von dem damals aus dem optischen Institut Utschneiders hervorgegangenen Riesenrefractor, dem zweitgrössten der existirenden. Seine Beobachtungen verzeichnen die „Observationes Astronomicae in Specula regia Monachiensi institutae und die Annalen der Münchener Sternwarte, zusammen 24 Bände, ferner die Jahrbücher der Sternwarte (1838—41) und sein astronomischer Kalender (1850—53.) Er hat ein Verzeichniss von über 20 Tausend teleskopischen Sternen nördlicher und südlicher Declination aus den Berechnungen der Münchner Zonenbeobachtungen hergestellt und seine letzte grosse Arbeit, die er nicht mehr zu vollenden vermochte, war die einheitliche Berechnung und Verzeichnung von 34000 beobachteten teleskopischen Sternen. — Besondere Abhandlungen betreffen die totale Sonnenfinsterniss von 1860 und die Grössenmasse des Uranus, abgeleitet aus Beobachtungen seiner Satelliten. — Nicht minder zahlreich als die genannten sind die Ergebnisse seiner Forschungen über den Erdmagnetismus. Sie betreffen Richtung und Stärke desselben in Norddeutschland, Belgien, Holland und Dänemark (1859) und an verschiedenen Punkten des südwestlichen Europa, ferner Magnetische Ortsbestimmungen im Königreich Bayern und Magnetische Karten von Deutschland. — 1848 publicirte er ein Handbuch des Erdmagnetismus und 1851 eine Schrift „Astronomie und Erdmagnetismus“ und eine Reihe von magnetischen Beobachtungen in München. Er hat neue Instrumente und Apparate

Digitized by Google

beschrieben, wie sie an der Münchner Sternwarte verwendet wurden, so die selbstregistrirenden Baro- und Thermometer, einen magnetischen Reise-Theodolit u. a. Er gab einen Beitrag zu einer mathematischen Theorie des Magnetismus, schrieb über den Einfluss des Mondes auf die Magnetnadel und publicirte zahlreiche Mittheilungen über Meteorologie. In einer besonderen Schrift (1862) besprach er den Zusammenhang des von ihm entdeckten parallel mit dem Aequator kreisenden electrischen Stromes, welchen er Erdstrom nannte, mit dem Magnetismus der Erde. — Auch seine astronomisch-geodätischen Bestimmungen für einige Hauptpunkte des Bayerischen Dreiecknetzes sind hervorzuheben.

Lamont war eine ansprechende bescheidene Persönlichkeit, entfernt von allem gelehrten Hochmuth, wie er selbst bei minderen Leistungen an Andern wohl vorkommt. Wie seine Thätigkeit in den Kreisen der Fachmänner anerkennend aufgenommen wurde, beweisen die vielen Diplome, die er von gelehrten Corporationen zugeschickt erhielt, so von den Akademien in Brüssel, Upsala, Prag, Edinburg, Cambridge, Lüttich, Cherbourg u. a. Seine Verdienste wurden auch durch Orden geehrt. Er war Ritter des Verdienstordens der bayerischen Krone und vom hl. Michael, des päpstlichen Ordens Gregors des Grossen, des österr. Ordens der eisernen Krone und des Schwedischen Nordstern-Ordens.

Lamont wusste in seinen Schülern das Interesse für die Wissenschaft zu wecken und zu pflegen und hat für würdig Strebende ansehnliche Summen zu Stipendien bestimmt, welche ein Capital von 72000 Mark bilden, wozu noch das Vermächtniss fast seines ganzen hinterlassenen Vermögens kommt, welches er nahe an 100000 Mark der Universität zu gleichem Zweck überwiesen hat.

Digitized by Google

2) Dr. Carl Friedrich Mohr.

Geb. 1806 am 4. Nov. zu Coblenz.
Gest 1879 am 28. Sept. zu Bonn.

Die ersten Studien Mohrs betrafen die Pharmacie und pharmaceutische Chemie, für welche er an der Universität zu Bonn seit 1864 als ein hochgeachteter Lehrer gewirkt hat. Geigers Pharmacopaea universalis wurde nach dem Tode des Verfassers von ihm fortgesetzt, er schrieb ein Lehrbuch der pharmaceutischen Technik, einen Comentar zur preussischen Pharmakopöe und viele Abhandlungen, welche die Darstellung chemischer Präparate zum Gegenstand haben und darthun, wie er praktische Methoden zu erfinden wusste. Seine Abhandlung über die Bereitung von Extracten zum pharmaceutischen Behuf ist von Berzelius als eine vortreffliche Arbeit anerkannt worden. Sehr verdient hat er sich durch mancherlei Verbesserungen der Titrirmethoden gemacht. Seine bezügliche Schrift „Lehrbuch der chemisch analytischen Titrirmethode" erschien in erster Auflage 1855, in zweiter 1861 und in dritter 1869. Er hat darin eine Reihe neuer Beobachtungen sowohl über Titersubstanzen als über die zu gebrauchende Instrumente mitgetheilt und überall ein möglichst genaues und praktisches Verfahren angegeben. Es folgten diesem Hauptwerk weiter ergänzende Zusätze und Verbesserungen.

Auch im Gebiete der Physik hat Mohr mit Erfolg gearbeitet und viele zweckmässige electrische und magnetische Apparate construirt. Seine Ansichten über theoretische Chemie sind manchen Neuerungen entgegen, welche zu Ruf und Verbreitung gelangten. Er hat darüber ein Werk publicirt mit dem Titel „Mechanische Theorie der chemischen Affinität und die Neuere Chemie" (1868) und ein weiteres „Geschichte der Erde, eine Geologie auf neuer

Digitized by Google

Grundlage" (1866). Mohr hat wohl erkannt, wie es eine undankbare Arbeit ist, herrschende Moden bekämpfen zu wollen und dass die schlagendsten Gründe gegen ihre angeblichen Vorzüge nicht beachtet und mit Schweigen übergangen werden, gleichwohl hat er seine Stimme erhoben und unbeirrt die Fehler der Gegner dargethan. Er hat gezeigt, wie wenig die moderne Chemie berechtigt sei, ihre Formeln der organischen Verbindungen auf unorganische zu übertragen und wie sie auf diesem Gebiete den bekannten binären nachstehen. Er bezeichnet die Formeln mit Angabe der näheren Mischungstheile als die eigentlich empyrischen, dergleichen seien aber in den organischen Verbindungen durch die Analyse nicht nachzuweisen und können nur als ein Gebilde speculativer Construction betrachtet werden. Er erinnert auch, dass viele Entdeckungen der neueren chemischen Synthese mehr einen technischen oder merkantilen Werth haben als einen wissenschaftlichen und oft nur mit einem gar seltsamen Apparat von Säuren, Alkalien, Glühhitze und Druck das gewünschte Resultat erhalten wird, also in einer Weise, welche nicht die der schaffenden Natur ist und keinen Aufschluss darüber giebt. „Wenn es Jemand gelänge, sagt er, auf feurigem Wege Granaten oder Rubine zu erzeugen, was aber nicht in Aussicht steht, da die natürlichen auf nassem Wege entstanden sind, so würde das für den Erfinder, für den Juwelier, von Wichtigkeit sein, aber nicht entfernt für die Geologie."

Seine Geschichte der Erde basirt auf, durch Thatsachen begründete, Lehren der Chemie und Physik. Die Geologie hatte sich theilweise eine besondere Chemie geschaffen, nach welcher den Stoffen ganz andere Eigenschaften zugeschrieben werden, als sie die gewöhnliche Chemie kennt, und er erklärt sich gegen diese sowie gegen die hypothetisch gesteigerten Kräfte des Dampfes, gegen das Verflüchtigen feuerbeständiger Stoffe etc. — Er bespricht eingehend die Unter-

suchungen, welche Felsarten im Feuer gewesen sein können und welche nicht und giebt neue Beobachtungen zur Beurtheilung der Frage. Sämmtliche Artikel, welche das Buch zusammensetzen, bieten geschichtliche Ueberblicke und geben mit manchen originellen Anschauungen ein Bild der älteren und der gegenwärtigen Geologie.

Mohr war ein sehr beliebter Lehrer und neben seinen ernsten Studien ein Freund von Humor und guter Laune.

Er ist für unsere Classe mit Auszeichnung durch v. Liebig zum Mitglied vorgeschlagen worden.

---

3) Dr. Heinrich Wilhelm Dove.

Geb. 1803 am 6. Oktober zu Liegnitz.
Gest. 1879 am 4. April zu Berlin.

Dove begann seine Studien an der Universität zu Breslau, anfangs für Philologie, bald aber auf Anregung von H. W. Brandes für Naturwissenschaften. Er setzte diese Studien in Berlin fort und promovirte daselbst 1826. Dann habilitirte er sich in Königsberg, war anfangs Docent und dann ausserordentlicher Professor, kehrte aber (1828) nach Berlin zurück und wurde daselbst (1845) zum ordentlichen Professor der Physik an der Universität ernannt. Er war auch Lehrer der Physik und Mathematik am Werder'schen und später am Friedrich-Wilhelmsgymnasium, dann Lehrer der Physik am k. Gewerbe-Institut, an der Artillerieschule und an der Kriegsakademie.

Dove hat sich mit Auszeichnung in den Gebieten der Optik des Electromagnetismus und der Meteorologie hervorgethan und diese Wissenschaften mit wichtigen Untersuchungen bereichert. Sein Buch „die neuere Farbenlehre“, welches 1853 in zweiter Ausgabe erschien, hat die allgemeinste Anerkennung gefunden. Er verbreitet sich darin mit historischer Einleitung in möglichst populärer Darstel-

Digitized by Google

lung über die Physik der Farbe und die chromatischen Theorien, über Abhängigkeit des Farbeneindrucks von der Wellenlänge, über die Polarisation und Interferenz des Lichts. Er berührt dabei die Analogien von Optik und Akustik. Besondere Capitel dieses Buches sind stereoskopischen Versuchen und Apparaten und den Erscheinungen der Circularpolarisation gewidmet. Die letztere betreffend fügt er den bekannten Beobachtungen, welche von Biot, Herschel, Brewster und Airy an den plagiedrischen Bergkrystallen gemacht wurden, noch neue hinzu, namentlich an den Combinationen des Amethyst mit links- und rechtsdrehenden Krystalltheilen und beschreibt das Verhalten von Bergkrystallen, an welchen rechte und linke Trapezoederflächen vorkommen, die zu grossen Seltenheiten gehören. Er hat auch gezeigt, wie ein- und zweiaxige Krystalle durch die Absorption des polarisirten Lichts unterschieden werden können, bespricht den Dichroismus und Versuche mit subjectiven Farben, die Theorie des Glanzes und die Erscheinungen der Pseudoskopie.

Auch im Gebiete der Electricität und des Magnetismus hat Dove werthvolle Arbeiten geliefert, namentlich verdanken wir ihm Aufklärungen über das Wesen der Extraströme und über den Verlauf der Inductionsströme mit Rücksicht auf deren magnetische und physiologische Wirkungen. Die Meteorologie ist durch ihn ganz vorzüglich und mit glänzenden Resultaten gefördert worden. Mit Vorliebe studirte er die Luftströmungen und bezeichnete viele Stürme als Wirbelstürme; für den Schweizer Föhn nahm er an, dass er aus Westindien komme und nicht aus der Sahara. — Er erkannte zwei tägliche Veränderungen in der Atmosphäre und dass die Menge ihres Wassergases um Mittag am grössten, die Dichtigkeit der Luft aber dann am kleinsten sei, welches Verhältniss nur Mitternacht sich umkehre. In diesem Wechsel findet er die Elemente der Erscheinungen

Digitized by Google

der Polar- und Aequatorialwinde und der Passatwinde, die er weiter bespricht mit dem Einfluss der Drehung der Erde und dem atmosphärischen Druck. Er erkannte dabei das Gesetz, dass auf der nördlichen Halbkugel der Nordost durch Ost in Südwest, auf der südlichen der Südost durch Ost in Nordost übergehe. Dieses ist das nach ihm benannte Dove'sche Winddrehungsgesetz. Die betreffenden Beobachtungen hat er in seinen meteorologischen Untersuchungen (Berlin 1837) und in den klimatologischen Beiträgen 2 Theile (1859—67) und in der Schrift „Gesetz der Winde" publicirt, wovon eine englische und eine französische Uebersetzung und 1874 die vierte deutsche Auflage erschienen ist.

Dove's Arbeiten belebte überall ein klarer Geist, seine Persönlichkeit verband mit dem Ernst der Wissenschaft Witz und Humor.

Am 4. März 1876 feierte er sein 50jähriges Doctorjubiläum. In dem Dankschreiben für die Gratualtion unserer Akademie findet sich nachstehende schöne Schlussstelle: „Der Einzelne, der am Ende einer arbeitsamen Laufbahn die eigenen Kräfte mit Wehmuth schwinden sieht, fühlt sich getröstet und erhoben in dem Gedanken an das frische Fortleben der grossen wissenschaftlichen Anstalten, der gelehrten Körperschaften und Vereine, deren erfolgreiches Wirken nicht an die kurzen Fristen des individuellen Daseins gebunden, vielmehr durch den heilsamen Wechsel einander ablösender Geschlechter für eine ferne Zukunft glücklich verbürgt ist."

---

4) Aug. Heinrich Rudolph Grisebach.

Geb. am 17. April 1814 zu Hanover.
Gest. am 9. Mai 1879 in Göttingen.

Grisebach erhielt seine wissenschaftliche Vorbildung am Lyceum in Hannover und am Pädagogium zu Ilfeld. Seine weiteren Studien machte er in Göttingen und Berlin

Digitized by Google

und trieb neben Medicin vorzüglich Botanik, zu welcher er schon als Knabe eine besondere Vorliebe zeigte und als Gymnasist bereits ein werthvolles Herbarium angelegt hatte. Im Jahre 1832 bezog er die Universität Göttingen und wurde 1837 daselbst Privatdocent, als welcher er eine eingehende Monographie der Gentianeen herausgab. Sein Interesse für Pflanzengeographie wurde durch mehrere grössere Reisen genährt, deren erste er (1839) nach der Türkei unternahm und dabei Thracien, Macedonien und Albanien durchforschte. In Folge des darüber publicirten Werkes wurde er (1844) zum ausserordentlichen Professor in Göttingen und 1847 zum Ordinarius für allgemeine Naturgeschichte ernannt, beschränkte aber später seine Lehrthätigkeit auf systematische und physiologische Botanik. Im Jahre 1842 hatte er auch Norwegen und 1850 die Pyrenäen bereist, überall reichliches Materiel zu seinen botanischen Studien sammelnd. 1860 erhielt er den Hofrathstitel und übernahm nach Bartlings Tod 1875 das Directorium des botanischen Gartens in Göttingen.

Seine Arbeiten über die Flora von Rumelien, über die Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschlands, über die geographische Verbreitung der Hieracien, über die Vegetation von Westindien aus dem ihm von der Englischen Regierung überwiesenen Pflanzenvorrath, über die Flora von Argentinien und viele andere, darunter eine ältere „Ueber die Bildung des Torfes". sind von hohem Interesse. Sein 1872 erschienenes grosses Werk „die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung" kann aber als die Hauptarbeit seines Lebens gelten. Er hat neun Jahre daran gearbeitet und nur seiner reichen Erfahrung war es möglich, aus Herbarien und Reisebeschreibungen Vegetationsbilder entfernter Continente und Inseln zu unterwerfen, wie er es gethan hat. Das Werk ist in's Französische und Russische übersetzt worden.

Digitized by Google

Seine Jahresberichte über die Fortschritte der Pflanzengeographie geben ein weiteres Zeugniss seiner ausserordentlichen wissenschaftlichen Thätigkeit.

Der ausgezeichnete Gelehrte ist in unserer Classe nach dem Vorschlag durch v. Martius (1861) zum Mitglied gewählt worden.

---

5) Dr. Bernhard v. Cotta.

Geb. 1808 am 24. Oktober zu Zillbach im Eisenach'schen.
Gest. 1879 am 14. September zu Freiberg i. S.

Cotta studirte 1827—31 auf der Bergakademie zu Freiberg und weiter 1832 in Heidelberg. 1839 wurde er Lehrer an der forstwissenschaftlichen Anstalt zu Tharand und dann (seit 1842) Professor der Geologie an der Bergakademie zu Freiberg.

Cotta war ein unermüdlicher Forscher und seine Publicationen sind sehr zahlreich. Zu den frühesten gehört seine Schrift „Geognostische Wanderungen" (2 Theile 1836 bis 38), wo er seine Studien über die geognostischen Verhältnisse von Tharand bekannt gemacht hat. Es folgten dann eine Anleitung zum Studium der Geognosie und Geologie (1839) und ein Grundriss der Geognosie und Geologie (1846). Spezielle Untersuchungen hat er mit dem Fichtelgebirg vorgenommen, welches durch das auffallende Durchkreuzen und Sichabschneiden mehrer Richtungen merkwürdig. Er bespricht im Detail die vorkommenden Felsarten und ihre Gemengtheile.

An einer geognostischen Karte von Sachsen war er eifriger Mitarbeiter und das Thüringer-Waldgebiet hat er eingehend untersucht und eine geognostische Karte desselben herausgegeben. — Im Jahre 1850 erschienen seine geologischen Briefe aus den Alpen und hat er darin ihren geo-

Digitized by Google

logischen Bau und ihre Bildung durch viele aufeinanderfolgende Hebungen besprochen. Die letzteren seien nicht plötzliche, sondern höchst langsame gewesen und setzen unermessliche Zeiträume voraus. Es wird dieses in seiner kleinen Schrift (1850) über den innern Bau der Gebirge weiter ausgeführt. — Andere Untersuchungen betreffen das Fassathal und seine Dolomite und Melaphyre, deren Vorkommen er durch mehrere Durchschnitte erläutert, ferner die Formation der Kreide, welche er einen vorzüglichen Tummelplatz der deutschen Geologen nennt und sagt, dass sie dabei nicht unterlassen, sich gegenseitig etwas anzukreiden. Die Annahme vieler Parallelbildungen der deutschen Kreide-Glieder hält er für zu wenig begründet, indem er aufmerksam macht, dass man über das Vorkommen der Versteinerungen und die Grenze solchen Vorkommens sich leicht täuschen könne und oft getäuscht habe. — Ueber die Bildung der Erzgänge berichtet er einen interessanten Fall, welchen er beim Abbrechen eines alten Flammofens in Freiberg beobachtet hatte, wo sich die Mauermasse von Gängen verschiedener Schwefelmetalle durchschwärmt zeigte und tritt deshalb der Ansicht Bischofs entgegen, nach welcher Erzgänge nur auf nassem Wege entstanden sein können. Er kommt bei mehreren Gelegenheiten auf derlei Bildungen zurück und glaubt das plutonisch Eruptive und Injective derselben als vollkommen erwiesen. — Einen Ueberblick des ganzen Gebietes der Geologie geben seine populär geschriebenen geologischen Bilder und ein spezielles Werk verbreitet sich über Deutschlands Boden. Es erschien in 2 Theilen (1857 u. 59) und bespricht den geologischen Bau des Bodens und dessen Einfluss auf das Leben des Menschen. Es ist eine an mancherlei Beobachtungen und Reflexionen reiche Darstellung. — Im Jahre 1867 erschien seine „Geologie der Gegenwart", wovon 1878 die 5. Aufl. ausgegeben wurde. Sie basirt auf dem an die Spitze gestellten

Digitized by Google

Entwicklungsgesetz, welches er dahin ausspricht, „dass die Mannigfaltigkeit der Erscheinungsformen eine nothwendige Folge der Summirung von Resultaten aller Einzelnvorgänge sei.“ Er detailirt die Reihenfolge dieser Vorgänge und bespricht zuletzt die Veränderungen der Organismen, wo er sich Darwins Theorie anschliesst. — In einer grossen Anzahl von Abhandlungen publicirt er seine Beobachtungen über Vorkommen und Lagerung der Felsarten und hat ein grösseres Werk (2 Thle.) der „Lehre von den Erzlagerstätten“ gewidmet und namentlich Gebiete Deutschlands zusammengestellt. Den Kreis seiner Studien erweiterte er durch Reisen in den Alpen und Oberitalien, in Ungarn und Siebenbürgen, Tyrol, Kärnthen, Bannat und Croatien, auch den Ural und Altai besuchte er. —

Man ersieht aus allen Schriften Cotta's seine Liebe zur Wissenschaft und seinen Eifer, sie zum Gemeingut zu machen. Sein Streben ist durch die gewonnenen Resultate vielfach belohnt worden und es fehlte ihm nicht an Auszeichnungen, so durch Orden aus Sachsen, Oesterreich, Russland und Griechenland und durch zahlreiche Diplome von Akademien und gelehrten Gesellschaften.

---

6) J. F. Brandt.

Geb. 1803 zu Jüterbog.
Gest. 1829 am 15. Juli in Petersburg.

Brandt erhielt seine erste wissenschaftliche Bildung am Gymnasium zu Wittenberg, zog dann nach Berlin, wo er medicinische Studien trieb und wurde daselbst 1826 zum Doctor medicinae promovirt. Später wählte er die Botanik und Zoologie zu seinen Fächern und zuletzt widmete er sich ganz der Zoologie in ihren verschiedenen Zweigen. 1830 nach Petersburg berufen, war er anfangs Adjunkt der

Digitized by Google

Kaiserl. Akademie der Wissenschaften und wurde dann extraordinärer und weiter (1833) ordentlicher Professor. — Er verbreitete seine Forschungen über die Fauna des ganzen Russischen Reiches, sowohl über die lebende als auch über die ausgestorbene mit vielfachen und sorgfältigen Untersuchungen Voran standen die höheren lebenden Wirbelthiere und die fossilen, das Mamuth, das sibirische Rhinoceros, das Elasmotherium, Dinotherium und die Mastodonten; in gleicher Weise untersuchte er die in Russland gefundenen Reste untergegangener Cetaceen, die Vögel, Reptilien und Fische und das ganze Herr der wirbellosen Thiere. Manche der betreffenden Abhandlungen erschöpfen den Gegenstand in antiquarischer-linguistischer, zoographischer und paläontologischer Beziehung, so die Abhandlung über das Kaninchen. Dabei sind die Verdienste hervorzuheben, die er sich durch die Schaffung des berühmten zoologischen Museums in Petersburg erworben, so dass ihn ein Fachgenosse den Vater der Arche, einen wahren Patriarchen der Zoologie in Russland genannt hat.

Zu seinen früheren Schriften gehören die Observationes anatomicae de instrumento vocis Mammalium (1826) und die „Medicinische Zoologie", welche er in Verbindung mit Ratzeburg herausgegeben hat (1827—34). — Die Verdienste Brandts wurden denn auch durch vielfache Auszeichnungen mit Orden und Diplomen gelehrter Gesellschaften anerkannt. 1876 wurde er zum Doctor der Zoologie an der Universität Dorpat ernannt und zum Ehrendoctor der Philosophie in Greifswalde; die Vaterstadt Jüterbog ernannte ihn zum Ehrenbürger; in allen Thierklassen sind Species ihm zu Ehren benannt worden.

Am 24. Januar 1876 wurde sein 50jähriges Doctorjubiläum in Petersburg in glänzender Weise gefeiert. Bei dieser Gelegenheit wurde mit freiwilligen Beiträgen eine Stiftung gegründet, um sog. Brandt'sche Preise, in Geld-

Digitized by Google

prämien bestehend, vertheilen zu können. Zur Bewerbung werden Werke zugelassen, welche selbstständige Untersuchungen auf dem Gebiete der Zoologie, Zoographie, der vergleichenden Anatomie und Paläontologie der Thiere enthalten.

Brandt war ein trefflicher Familienvater und sein Verlust ist von zahlreichen Freunden beklagt worden.

Digitized by Google

Mathematisch-physikalische Classe.

Nachtrag zur Sitzung vom 5. Juli 1879.

Herr v. Nägeli legt folgende, den Ernährungschemismus der niederen Pilze betreffende Abhandlungen vor:

1. „Ernährung der niederen Pilze durch Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen“.[1])

Den Pilzen mangelt bekanntlich die den grünen Pflanzen zukommende Fähigkeit, Kohlensäure zu assimiliren. Sie müssen, ähnlich wie die Thiere, den Kohlenstoffbedarf aus höheren Kohlenstoffverbindungen sich aneignen. Man glaubte früher allgemein, der Autorität Liebig's folgend, dass bloss eiweissartige Stoffe ihnen als Nahrung dienen könnten.

Indessen hat Pasteur schon vor längerer Zeit gezeigt, dass die Sprosshefenpilze durch weinsaures Ammoniak und Zucker (1858), Penicillium durch weinsaures Ammoniak allein ernährt werden kann (1860). Die Richtigkeit dieser Thatsachen ist, entgegen dem anfänglich erhobenen Widerspruche, von allen späteren versuchskundigen Beobachtern bestätigt worden. Sie war übrigens bereits nach

1) Einige der erläuternden Versuche sind von Hrn. Dr. Oscar Loew ausgeführt worden und am Schlusse beschrieben.

Digitized by Google

den ersten Angaben Pasteur's unzweifelhaft, welcher nicht nur das Verschwinden des weinsauren Ammoniaks und die gleichzeitige Zunahme der Pilzsubstanz beobachtete, sondern auch nachwies, dass bei Anwendung von Traubensäure allmählich die rechtsdrehende Weinsäure von den Pilzen aufgenommen wird, während die linksdrehende noch in der Flüssigkeit zurückbleibt.

Seitdem sind von verschiedenen Beobachtern einzelne Thatsachen über die Ernährung der Pilze durch Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen festgestellt worden. Es schien mir besonders wünschenswerth, möglichst verschiedene Verbindungen bezüglich ihrer Ernährungstüchtigkeit zu prüfen, um zu ermitteln, welche chemische und physikalische Beschaffenheit sie dazu geeignet oder ungeeignet macht. Zu diesem Zwecke habe ich schon in den Jahren 1868 und 1869, dann gemeinschaftlich mit meinem Sohn, Dr. Walter Nägeli in den Jahren 1870/1 und 1875/6 eine grössere Anzahl von Versuchen ausgeführt, und in neuerer Zeit wurde dieselbe noch von Dr. O. Löw ergänzt.

Die gestellte Frage ist also: Aus welchen Verbindungen vermögen die Pilze die Elemente C, H, O, N zu entnehmen, um ihre Substanz zu vermehren? Wir können dabei die Elemente H und O ausser Acht lassen, weil dieselben entweder in den Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen enthalten sind oder dem Wasser und dem freien Sauerstoff entnommen werden. Es handelt sich also nur um C und N.

Zwei allgemeine Bemerkungen betreffend die Löslichkeit und die Giftigkeit der Verbindungen will ich vorausschicken. Selbstverständlich können solche Verbindungen, die in Wasser bei gewöhnlicher Temperatur unlöslich sind, nicht ernähren. Dies gilt aber auch von schwerlöslichen Stoffen. Die Schwerlöslichkeit deutet zwar an, dass das Wasser nur eine geringe Verwandtschaft zu ihnen hat, und

Digitized by Google

somit ist anzunehmen, dass von den kleinen Mengen, die in Lösung gehen, die lebende Pilzsubstanz immer einen Theil aufzunehmen und zu assimiliren vermag. Aber da die Pilzzellen durch Oxydation und Ausscheidung stets einen grossen Gewichtsverlust erleiden, so reicht die langsame Assimilation in sehr verdünnten Lösungen nicht aus, um denselben zu decken. Wenn daher eine schwerlösliche Substanz nicht zu ernähren vermag, so muss die Ursache nicht etwa nothwendig in ihrer chemischen Constitution gesucht werden.

Bezüglich der Giftigkeit der Verbindungen, so ist dieselbe bekanntlich eine durchaus relative Eigenschaft, indem die schädliche Wirkung bei einer bestimmten Verdünnung aufhört. Demgemäss giebt es Gifte oder antiseptische Substanzen, welche in einer gewissen Concentration die beste Nährlösung zur Ernährung untauglich machen, während sie in viel geringerer Concentration selbst als Nahrung dienen. Damit ist jedoch nicht gesagt, dass jede giftige C- und N-verbindung, die ihrer chemischen Constitution nach assimilationsfähig wäre, auch wirklich das Wachsthum der Pilzzellen unterhalten kann. Lösliche Substanzen, die den höchsten Grad der Schädlichkeit erreichen, werden erst bei so weitgehender Verdünnung unschädlich, dass sie nicht mehr ernähren können. Und zwar tritt die Ernährungsunfähigkeit schon früher ein, als bei den schwerlöslichen unschädlichen Verbindungen, weil eine leichter lösliche Substanz bei gleich grosser Verdünnung von dem Wasser fester zurückgehalten und daher von den Pilzzellen demselben weniger leicht entzogen wird.

Was nun zuerst den Stickstoff betrifft, so vermag derselbe aus allen Verbindungen angeeignet zu werden, die man als Amide und Amine bezeichnet. Dabei ist es gleichgültig, ob der Kohlenstoff der Verbindung zur Ernährung verwendet werden kann oder nicht. Während

Digitized by Google

Acetamid, Methylamin, Aethylamin, Propylamin, Asparagin, Leucin, zugleich als C- und als N-nahrung dienen, kann aus Oxamid und Harnstoff bloss N (nicht C) entnommen werden. Als Stickstoffquelle können die Pilze ferner alle Ammoniaksalze und die einen derselben auch die salpetersauren Salze verwenden.

Bezüglich der einfachsten der genannten Verbindungen ist zu bemerken, dass es von der Art und Weise, wie ein Versuch angestellt wird, abhängt, ob derselbe eine Vermehrung der Pilze zeigt oder nicht. Man darf sich daher durch negative Resultate nicht irre führen lassen. Besonders kann schon eine geringe Concentration der Lösung sich als zu hoch gegriffen und demnach als nachtheilig erweisen. In dem später unter Nr. 35 angeführten Versuch haben sich die Spaltpilze in einer 0,5 prozentigen Lösung von salzsaurem Methylamin ziemlich reichlich, in den unter Nr. 59 und 60 angeführten Versuchen in einer 1 und 1,25 prozentigen Lösung gar nicht vermehrt.

Dagegen kann der freie Stickstoff nicht assimilirt werden, ebenso nicht der Stickstoff aus Cyan und aus allen Verbindungen, in denen er nur als Cyan enthalten ist (Versuch 62,a). Wenn solche Verbindungen zuweilen als Stickstoffquelle zu dienen scheinen, so geschieht es wohl nur desswegen, weil aus dem Cyan vorher unter Wasseraufnahme Ammoniak abgespalten wird, was durch die Gärwirkung der Spaltpilze verursacht werden kann. Möglicherweise war Letzteres bei den Versuchen 62 a und b der Fall, wo weder Schimmel- noch Sprosspilze, sondern nur Spaltpilze wachsthumsfähig waren.

Uebrigens hat man sich bei spärlichen Pilzvegetationen immer die Frage vorzulegen, ob dieselben ihren Stickstoffbedarf nicht etwa aus Verunreinigungen der andern Nährstoffe (z. B. des Zuckers) decken konnten, und wenn die Versuche lange dauern, ob nicht das aus der Luft von der

Digitized by Google

Nährlösung aufgenommene Ammoniak den Stickstoff geliefert habe.

Vergleichen wir Ammoniak und Salpetersäure mit einander, so ist bemerkenswerth, dass während die Schimmelpilze und die Spaltpilze die Salpetersäure assimiliren können, die Sprosspilze wohl durch Ammoniak aber nicht durch Salpetersäure ernährt werden. Auf die letzteren wirkt die Anwesenheit der Salpetersäure kaum günstiger, als wenn gar keine Stickstoffquelle vorhanden wäre, indem die eine Zeit lang vegetirende und sich fortpflanzende Sprosshefe zwar durch Bildung von Cellulose und Fett ihr Gesammtgewicht etwas vermehrt, den gesammten Stickstoffgehalt aber bedeutend vermindert (Versuch 55, b, c, d).

Die Resultate bei der Kultur der Schimmelpilze sind noch zweifelhaft. In einem Falle schien salpetersaures Ammoniak sich besonders günstig zu verhalten (vgl. Versuch 15 mit 13), während andere Male dasselbe keine grössere Ernte ergab als essigsaures Ammoniak (Versuche 14 und 16) oder als salpetersaures Kali (Versuch 58 b und c). Eine bessere Stickstoffquelle als Ammoniaksalze und Nitrate scheint der Harnstoff zu sein (Versuche 18, 19, 20, 58 d). — Was die Spaltpilze betrifft, so können manche von Salpetersäure wohl leben, zeigen aber mit Ammoniak ein entschieden besseres Gedeihen.

Es ist übrigens zu bemerken, dass die Salpetersäure nicht als solche assimilirt, sondern vorher in Ammoniak umgewandelt wird, und dass es somit wesentlich von dem Reductionsvermögen der Pilze abhängt, ob sie dieselben ernähren kann oder nicht (Versuch 57, 58).

Suchen wir einen allgemeinen Ausdruck für die Ernährungstüchtigkeit der Stickstoffverbindungen, so können wir wohl sagen, dass der Stickstoff am leichtesten assimilirt wird, wenn er als NH_3 vorhanden ist, weniger leicht,

wenn er nur mit einem Wasserstoffatom verbunden ist (als N H), noch weniger leicht, wenn er als N O (ohne H) vorkommt, und dass er gar nicht assimilirt zu werden vermag, wenn er mit anderen Elementen als mit H und O verbunden ist. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass in einer solchen Verbindung durch die oxydirende Wirkung der Pilze selbst zuerst die Gruppe N O und aus derselben dann durch Reduction NH_2 entstehen kann. Dies ist wohl der Fall mit Trimethylamin und Triaethylamin.

Was die Quellen des Kohlenstoffs betrifft, so kann derselbe aus einer grossen Menge von organischen Verbindungen aufgenommen werden, wobei zu bemerken ist, dass für Schimmelvegetation die Lösungen beträchtlich sauer, für Spaltpilzvegetationen ziemlich alkalisch sein dürfen. Es ernähren bei Zutritt von Sauerstoff fast alle Kohlenstoffverbindungen, mögen sie sauer, indifferent oder alkalisch sein, sofern sie in Wasser löslich und nicht allzu giftig sind. Die allzu sauren oder alkalischen Eigenschaften müssen durch (unorganische) Basen oder Säuren abgestumpft werden. Die Unlöslichkeit oder Schwerlöslichkeit ist Schuld, warum die an Kohlenstoff und Wasserstoff reichen, an Sauerstoff armen Verbindungen nicht nähren. Die Humussubstanzen können für Schimmel- und Spaltpilze als Kohlenstoffquelle dienen, insofern sie löslich sind. Das aus Zucker künstlich dargestellte Humin zeigte sich ernährungsuntüchtig, ohne Zweifel wegen seiner Unlöslichkeit. Von nährenden schwächer antiseptischen Stoffen nenne ich beispielsweise Aethylalkohol (Versuch 34), Essigsäure (Versuch 2, 3, 4, 5, 6), von stärker antiseptischen Stoffen Phenol (Carbolsäure), Salicylsäure, Benzoësäure (Versuch 30, 31).

Es giebt aber einige Verbindungen, aus denen trotz ihrer nahen chemischen Verwandtschaft mit nährenden Substanzen die Pilze den Kohlenstoff nicht zu assimiliren

Digitized by Google

vermögen. Dahin gehören, ausser den unorganischen Verbindungen Kohlensäure und Cyan, die sog. organischen: Harnstoff, Ameisensäure, Oxalsäure, Oxamid (Versuch 17, 29, 26, 27, 37).

Versuchen wir den allgemeinen Charakter der assimilirbaren Kohlenstoffverbindungen festzustellen, so besteht die Bedingung wohl darin, dass sie die Gruppe CH_2 oder bloss CH enthalten. Vielleicht ist aber die Beschränkung beizufügen, dass die letztere Gruppe CH nur dann ernährt, wenn 2 oder mehrere C-atome, an welchen H hängt, unmittelbar mit einander verbunden sind. Es ernährt nämlich einerseits Methylamin (mit 1 C und 3 H), andrerseits Benzoësäure (eine Kette von C-atomen, jedes mit 1 H) sicher, während Ameisensäure, in welcher an 1 C nur H und OH haften und ebenso Methylalkohol nicht assimilirt werden was indessen auch auf Rechnung ihrer antiseptischen Eigenschaften in Verbindung mit der ziemlich schweren Zersetzbarkeit kommen kann. [2])

Dagegen kann der Kohlenstoff nicht assimilirt werden, wenn er unmittelbar nicht mit H, sondern nur mit andern Elementen zusammenhängt, wie dies in der Cyangruppe, ferner beim Harnstoff und der Oxalsäure nebst deren Abkömmlingen (Oxamid) der Fall ist. In diesen Verbindungen sind an C bloss N-, O- und C-atome befestigt.

Es besteht eine grosse Verschiedenheit in der Ernährungstüchtigkeit der verschiedenen Kohlenstoffverbindungen. Vom Standpunkte der morphologischen oder Constitutionschemie aus werden wir wohl annehmen dürfen, dass Verbindungen am leichtesten assimilirt werden, welche bereits

2) Die Ernährungsuntüchtigkeit von Verbindungen wie Chloral, Pikrinsäure, Chinin, Strychnin (Versuch 64) mag theils auf den antiseptischen Eigenschaften der Verbindungen oder der bei der Assimilation freiwerdenden Reste, theils auf dem Umstande beruhen, dass noch nicht die günstigste Zusammensetzung der Nährlösung gefunden wurde.

wenn er nur mit einem Was e die zu bildende Sub-
(als NH), noch weniger leich' bindung um so weniger
vorkommt, und dass er gar diese Gruppe enthält. Wir
mag, wenn er mit ande Assimilationsprodukt der Pilz-
verbunden ist. Dabei rfen auch den Vorgang in der
dass in einer solche ichen bei Anwesenheit des Chloro-
Wirkung der Pilze similirt wird, nicht etwa als Analog
derselben dann d r aber die Ergebnisse der Ernährung-
Dies ist wohl der für eine Theorie verwenden wollen. so

Was die O cht sagen, dass jene in dem ersten Ass-
derselbe aus r enthaltene Atomgruppe aus 2 oder eher
ungen aufg miteinander in einer Kette zusammenhän-
für Schir men, an denen unmittelbar sowohl H- als
für Sp stigt sind, bestehen muss, und dass durch Ver-
Es err daraus zunächst eine (4 oder) 6 C-atome ent-
stoff gruppe sich bildet. Findet dies wirklich statt,
sei en wir die aus den Versuchen sich ergebenden
si , dass unter übrigens gleichen Umständen Ver-
n mit 1 C-atom am schwierigsten (Methylamin)
gar nicht (Ameisensäure, Chloral) assimilirt werden,
mit der steigenden Zahl der unmittelbar zusammen-
nden C-atome die Assimilation besser von Statten
. (Leucin mit 6 C ernährt besser als Asparagin mit
C), dass es ferner günstiger ist, wenn an den C-atomen
nicht bloss H-atome sondern auch O oder OH befestigt sind (die
Gruppe CH_2OH verhält sich unter übrigens gleichen Umständen günstiger als CH_3, ebenso CH_2-CHO günstiger als CH_2-CH_3), und dass Verbindungen mit mehreren C-atomen oder C-gruppen, die durch N oder O verbunden sind, nicht besser ernähren als solche, in denen die Gruppe nur einmal vorhanden ist (Trimethylamin nicht besser als Methylamin).

Auf die Constitution der in dem ersten Assimilationsprodukt enthaltenen Atomgruppe lässt sich aus der Be-

Digitized by Google

ndungen kein Schluss
die entscheidende Gruppe
und weil dessnahen Wander-
kette hängenden H- und O-
angenommen werden müssen.
en Constitution der Nährverbind-
falls noch ein anderer Umstand eine
der Assimilation. Die lebende Zelle
ns gleichen Umständen diejenigen Sub-
esten zur Ernährung benutzen, für deren
e die geringste Kraft aufwenden muss, —
n Substanzen, die von verschiedenen chemischen
n ehesten angegriffen und umgesetzt werden.
natürlich nur ganz im Allgemeinen ein Vergleich
h, da ja die chemischen Verbindungen zu den ver-
edenen Arten der Zersetzung sich nicht gleich ver-
alten, und da die Assimilation nichts anderes ist als eine
besondere Art der Zersetzung, die mit den übrigen Zer-
etzungen bis zu einer bestimmten Grenze übereinstimmt,
während sie im Einzelnen sich im Gegensatze zu ihnen
befindet.

Doch macht uns dieser Gesichtspunkt manche That-
ache begreiflich, so z. B. warum Benzoësäure und Salicyl-
äure besser ernähren als Phenol (Carbolsäure), warum
Ameisensäure schwer oder gar nicht assimilirt wird, warum
ie Fettsäuren überhaupt ungünstig und die Essigsäure
günstiger ist als die höheren Glieder, warum die Glycosen
ich als die vorzüglichsten Kohlenstoffquellen erweisen.

Wie durch das Zusammenwirken der chemischen Con-
titution und der chemischen Widerstandsfähigkeit eine be-
timmte Assimilationsfähigkeit bedingt wird, lässt sich
inigermassen erkennen, wenn man die Kohlenstoffquellen
ach dem Grade ihres Nährwerthes in eine Reihe ordnet.
Wir können etwa folgende Stufen unterscheiden, wobei die

Digitized by Google

günstigen Wirkungen der Gärthätigkeit der Pilzzellen und die ungünstigen der Giftigkeit der Verbindungen ausgeschlossen sind:

1. Die Zuckerarten.
2. Mannit; Glycerin; die Kohlenstoffgruppe im Leucin.
3. Weinsäure; Citronensäure; Bernsteinsäure; die Kohlenstoffgruppe im Asparagin.
4. Essigsäure; Aethylalkohol; Chinasäure.
5. Benzoësäure; Salicylsäure; die Kohlenstoffgruppe im Propylamin.
6. Die Kohlenstoffgruppe im Methylamin; Phenol.

Diese Stufenreihe hat nur bedingte Gültigkeit. Es giebt verschiedene Ursachen, welche die Ernährungsversuche mit Pilzen rücksichtlich ihrer Vergleichung unter einander erschweren. Ich werde nachher noch auf dieselben zu sprechen kommen. Bei der vorliegenden Frage tritt ein spezifischer Umstand in den Vordergrund. Die verschiedenen Nährverbindungen können als Kohlenstoffquelle nur dann in strengem Sinne vergleichend geprüft werden, wenn die Stickstoffquelle die nämliche ist, und ebenso als Stickstoffquelle nur dann, wenn die Kohlenstoffquelle sich gleich verhält. Oft aber sind beide verschieden. Wenn z. B. eine Nährlösung weinsaures Ammoniak, die andere Zucker und Methylamin enthält, so ist es zweifelhaft, wie viel jede der stickstoff- und kohlenstoffhaltigen Verbindungen zu dem Versuchsresultat beigetragen hat. Man kann zwar noch zwei andere Nährlösungen herstellen, von denen die eine Methylamin und Weinsäure mit einer unorganischen Basis, die andere Zucker und Ammoniak mit einer unorganischen Säure enthält. Man hat dann zwei Versuche mit der gleichen Stickstoffquelle und mit ungleichen Kohlenstoffquellen und zwei mit der gleichen Kohlenstoffquelle und mit ungleichen Stickstoffquellen. Eine

Digitized by Google

strenge Vergleichbarkeit ist aber damit doch nicht erreicht, denn einmal bleibt es fraglich, ob das Ammoniak in Verbindung mit Zucker die nämliche Assimilationsfähigkeit besitze wie mit Weinsäure, und der nämliche Zweifel besteht für die Wirksamkeit jeder der übrigen Verbindungen, — und ferner sind nicht bloss die Stickstoff- und Kohlenstoffquellen in den Versuchen vertauscht, sondern es sind auch die unorganischen Bestandtheile der Nährlösungen verändert worden, weil die Weinsäure und das Ammoniak neutralisirt werden mussten; die Wirksamkeit der organischen Verbindungen kann aber nur verglichen werden, wenn die unorganischen gleich sind. Ueberdem kann man bei Substanzen, die zugleich die Stickstoffquellen und die Kohlenstoffquellen enthalten, besonders wenn die Konstitution, wie bei den Albuminaten, unbekannt ist, auf dem Wege des Versuchs auch nicht annähernd die Wirkung der einen und andern bestimmen.

Es ist daher von wissenschaftlichem Interesse die Assimilationsfähigkeit der vereinigten Stickstoff- und Kohlenstoffquellen zu kennen. Der praktische Nutzen, den die Kenntniss der Ernährungstüchtigkeit ganzer Nährlösungen gewährt, ist ohnehin selbstverständlich. Ich kann hierüber aber nicht viel mehr sagen, als was schon in der Mittheilung vom 3. Mai angegeben wurde. Wenn wir nur die Assimilation ohne Gärthätigkeit und ferner nur diejenigen Stoffe berücksichtigen, welche in grösserer Menge löslich sind, ohne giftig zu wirken, so können wir als eine von den besser zu den schlechter nährenden Substanzen fortschreitende Stufenreihe folgende anführen:

1) Eiweiss (Pepton) und Zucker,
2) Leucin und Zucker,
3) weinsaures Ammoniak oder Salmiak und Zucker,
4) Eiweiss (Pepton),
5) Leucin,

Digitized by Google

6) weinsaures Ammoniak, bernsteinsaures Ammoniak, Asparagin,

7) essigsaures Ammoniak.

Diese Stufenfolge für die Assimilationsfähigkeit wurde an einer Versuchsreihe mit Schimmelpilzen (Penicillium) gewonnen. Viele andere kleinere Versuchsreihen sowohl mit Schimmelpilzen als mit Spross- und Spaltpilzen stimmen damit im Allgemeinen überein. Die Vereinigung Pepton und Glycose, in welche Verbindungen Eiweiss und Rohrzucker oder Milchzucker zunächst umgewandelt werden, bildet mit einer nachher zu erörternden Beschränkung, mag Gärung stattfinden oder nicht, das beste Nährmaterial. So ergab beispielsweise die 1 prozentige Zuckerlösung mit 1 Proz. Pepton eine 4 mal so grosse Zunahme der Sprosshefe als mit 1 Proz. weinsaurem Ammoniak, obgleich die vorhandene Gärthätigkeit ausgleichend wirkte (Versuch 54). Daraus ist es zu erklären, dass Flüssigkeiten aus Pflanzen und Thieren und Absude von pflanzlichen und thierischen Geweben meistens eine so lebhafte Vegetation niederer Pilze hervorbringen.

Bemerkenswerth und einigermassen überraschend ist die ausserordentlich günstige Wirkung der Beigabe von Zucker. Sie kann ja leicht erklärt werden, wenn Gärung stattfindet, weil Zucker in grösserer Menge zerlegt wird und dabei eine grössere Menge von Spannkraft frei werden lässt, als es bei anderem Gärmaterial der Fall ist. Aber der Zucker scheint seine günstige Wirkung auch zu äussern, wenn er wie bei Schimmelpilzkulturen nicht vergärt. Allerdings sind die in der Mittheilung vom 3. Mai angeführten Versuche noch nicht ganz entscheidend, da sie zu anderem Zwecke angestellt, nicht gleiche Mengenverhältnisse in den Nährlösungen sich vorsetzten. Wenn in der Versuchsreihe mit Schimmelpilzen, welche in der Mittheilung vom 3. Mai beschrieben ist, 0,8 Prozent Salmiak und 4,8 Prozent Zucker

Digitized by Google

in 34 Tagen 1,5 g Ernte gaben, dagegen 1 Prozent Albumin in 52 Tagen nur 0,86 g Ernte, — wenn ferner 1 Prozent weinsaures Ammoniak, 1 Prozent Weinsäure und 3 Prozent Zucker 2,3 g Ernte, dagegen 1 Prozent Albumin oder 1 Prozent Pepton bloss 0,5 g Ernte lieferten, so hatte jedenfalls der mit der Zuckerzugabe verbundene bedeutend grössere Prozentgehalt der Nährlösung einigen Einfluss auf das grössere Erntegewicht. Es ist aber doch fraglich, ob er dasselbe vollständig zu erklären vermöge und ob nicht ausserdem noch eine spezifische, vorerst nicht zu erklärende günstige Wirkung der Glycose auf die Assimilation anzunehmen sei. Weitere Versuche, die speziell zu diesem Behufe anzustellen sind, müssen darüber Aufschluss geben.

Ich habe bereits auf die Schwierigkeit hingewiesen, auf welche die Vergleichung der Kohlenstoffquellen unter sich oder der Stickstoffquellen unter sich stösst. Diese Schwierigkeit fällt nun allerdings hinweg, wenn man die ganzen Nährlösungen bezüglich ihrer Ernährungstüchtigkeit vergleicht, und man könnte dessnahen meinen, dass eine Reihe richtig angestellter Versuche uns unschwierig darüber Aufschluss geben sollte. Eine genauere Ueberlegung zeigt uns aber, dass, auch wenn alle experimentellen Bedingungen, die in unserer Macht liegen, erfüllt sind, noch mehrere störende Umstände zurückbleiben, die wir nicht beseitigen können.

Zu den Versuchsbedingungen, die sich mit gehöriger Vorsicht herstellen lassen, gehört vor Allem, dass nur gleiche Pilze mit einander verglichen werden, weil verschiedene Gattungen und selbst die nächst verwandten Formen sich ungleich verhalten können. So vermögen Schimmelpilze und gewisse Spaltpilze die Salpetersäure zu assimiliren, andere Spaltpilze und die Pilze der Wein- und Bierhefe dagegen nicht. So wachsen nach den Beobacht-

Digitized by Google

ungen von Dr. Hans Buchner die Heubacterien in Asparagin- und Leucinlösungen, indess die von denselben abstammenden (also nur varietätlich von denselben verschiedenen) Milzbrandbacterien nicht durch Asparagin und Leucin und überhaupt nur durch Eiweiss und Eiweisspeptone ernährt werden.

Bei vielen Versuchen ist eine strenge Reinkultur nicht erforderlich; es genügt, dass eine Pilzform in weit überwiegender Menge sich entwickele. Will man eine Schimmelvegetation mit Ausschluss der Spaltpilze erhalten, so muss die Nährlösung hinreichend sauer gemacht werden, wozu in Flüssigkeiten mit Ammoniaksalzen oder mit wenig Zucker, mit wenig Eiweiss etc. 0,5 Prozent Phosphorsäure und weniger genügen, in reicheren Nährflüssigkeiten dagegen bis 1 Prozent erforderlich ist. Sollen aber nur Spaltpilze wachsen und die Schimmelpilze ausgeschlossen werden, so reicht die neutrale Reaction dazu in der Regel hin; nöthigenfalls kann sie schwach alkalisch gemacht werden. Dabei ist noch zu bemerken, dass die Sprosspilze sich im Allgemeinen verhalten wie die Schimmelpilze und sehr häufig zugleich mit denselben auftreten, dass sie aber wegen ihrer viel geringeren Menge das Resultat meistens nicht stören.

Soll bei einer Versuchsreihe nur eine einzige bestimmte Pilzform wachsen, so dürfen in hinreichend ausgekochte pilzfreie Nährflüssigkeiten bloss Keime dieser Form gebracht werden. Um dies zu bewerkstelligen, bedarf es besonderer Vorsichtsmassregeln, die bis jetzt von den Beobachtern fast ausnahmslos vernachlässigt oder wenigstens nicht in vollkommen befriedigender Weise angewendet wurden.

Um eine ausschliessliche Schimmelvegetation zu erhalten, genügt es nicht, Schimmelsporen in das pilzfreie Glas einzutragen, denn mit denselben kommen immer auch Spaltpilze und zuweilen selbst Sprosspilze hinein. Ueber-

Digitized by Google

haupt ist es äusserst schwer, die winzigen Spaltpilze auszuschliessen, und es giebt wohl kaum ein anderes sicheres Mittel als folgendes, welches ich früher (1868) mehrfach anwendete, um zu zeigen, dass aus Schimmelpilzen sich weder Spaltpilze noch Saccharomyces entwickeln. Ein mit Blase zugebundenes Glas, welches die Nährflüssigkeit enthält, wird durch Erhitzen auf 120° C pilzfrei gemacht, die Blase dann mit Schimmelsporen bestreut und nur so lange durch Bedeckung mit einer Glasglocke feucht gehalten, bis die Schimmelfäden durch die Blase hindurch und längs der Glaswandung in die Flüssigkeit hinunter gewachsen sind. Statt der Blase kann auch ein Baumwollpfropf als Verschluss dienen. Auf diese Weise erhält man eine reine Schimmelvegetation ohne eine Spur von Spaltpilzen oder Saccharomyceszellen. — Mehrere in dieser Weise behandelte Gläser blieben 5 Jahre lang stehen, bis die Flüssigkeit vertrocknet war. Sie enthielten keine andern Organismen als Schimmelpilze. Andere Gläser, die schimmelfrei eintrockneten, waren ebenfalls nach 5 Jahren ganz frei von Pilzen und enthielten die unveränderten Nährstoffe.

Wenn eine bestimmte Art von mikroskopischen Pilzen ausschliesslich kultivirt werden soll, so lässt sich dies nur selten dadurch erreichen, dass man alle übrigen Formen bis auf die eine tödtet, z. B. durch Hitze. Gewöhnlich muss man auf einem andern Wege zu einer Reinkultur zu gelangen suchen und dann aus dieser die zu prüfenden Nährlösungen infiziren. Ich habe mir in den Jahren 1870 und 1871, theils um den Nichtübergang von Saccharomyces in Spaltpilze und umgekehrt darzuthun, theils um bei kleineren Versuchen mit Luftabschluss bloss eine einzige Pilzform zu haben, Reinkulturen auf zweierlei Art verschafft, und ich kenne auch jetzt noch kein anderes Mittel, um sie sicher zu erhalten.

Das eine Verfahren beruht auf der Thatsache, dass

Digitized by Google

die Gärthätigkeit eines Pilzes sein eigenes Wachsthum sehr befördert, dagegen die Ernährung und die Vermehrung der übrigen Pilze benachtheiligt. Mit Benützung dieser Thatsache kann man im Laufe einiger auf einander folgender Züchtungen durch Verdrängung der Mitbewerber leicht eine vollkommen reine Sprosshefe, weniger leicht einige reine Spaltpilzformen erlangen. Ich verweise hierüber auf das in der „Theorie der Gärung" Gesagte.[3])

Das andere Verfahren besteht darin, in eine pilzfreie Nährlösung womöglich einen einzigen Pilzkeim zu bringen, sodass die erwachsende Pilzvegetation bloss aus den Nachkommen desselben besteht. Zu diesem Zweck muss eine pilzführende Flüssigkeit, welche die gewollte Form in überwiegender Menge enthält, durch Wasser auf eine hinreichende Verdünnung gebracht werden. Das Verfahren wird am besten durch die Mittheilung eines bestimmten Versuches (1871) deutlich werden. Aus faulem Harn, in welchem sich ausser Micrococcus auch Stäbchen (Bacterien) befanden, sollte ersterer rein erhalten werden. Ein Tropfen, welcher etwa 0,03 ccm fasste und etwa 500000 Pilze enthielt, wurde in 30 ccm pilzfreies Wasser gegeben. Aus dieser 1000 fach verdünnten Flüssigkeit wurde, nachdem sie durch Schütteln wohl gemischt war, abermals ein Tropfen in 30 ccm Wasser eingetragen und somit eine millionfache Verdünnung hergestellt, in welcher je der zweite Tropfen (von 0,03 ccm) durchschnittlich einen Pilz enthalten musste. Von 10 pilzfreien Gläsern, von denen jedes mit einem Tropfen infizirt wurde, blieben 4 ohne Vegetation, in einem bildeten sich Bacterien und in 5 die gewünschten Micrococcuszellen.

---

3) **Abhandl. d. k. b. A. d. W. II. Cl. XIII. Bd. II. Abth. 140 (66). Sep.-Ausg. 76.**

Digitized by Google

Eine zweite Bedingung für vergleichbare Versuche ist die, dass jede Gärthätigkeit ausgeschlossen sei. Da diese das Wachsthum so ausserordentlich befördert, so wird die Vergleichung der Assimilationsfähigkeit zweier Nährsubstanzen, von denen die eine gärfähig ist, die andere nicht, unmöglich. Wenn man Schimmelpilze einerseits mit Zucker und anderseits mit Glycerin ernährt, so erhält man Resultate, welche genau dem Nährwerth der beiden Verbindungen entsprechen. Bringt man dagegen Sprosspilze (Saccharomyces) in die nämlichen zwei Nährlösungen, so wachsen dieselben in der Zuckerlösung unvergleichlich viel besser, weil sie darin Gärung verursachen. Das Glycerin ernährt sie nach dem seiner Constitution zukommenden Werthe, der Zucker dagegen ernährt sie nicht bloss nach Massgabe seiner Constitution, sondern überdem noch vermöge der Spannkraft, welche bei der Gärung frei und auf das lebende Plasma übertragen wird. — Die Spaltpilze können verschiedene Gärungen bewirken und sie schöpfen aus jeder derselben eine andere Kraftmenge. Man hat sich daher bei vergleichenden Ernährungsversuchen, die manmit Spross- und mit Spaltpilzen anstellt, immer die Frage vorzulegen, ob bei dem einen oder andern Versuch Gärung stattgefunden und um wie viel dieselbe wohl das Wachsthum begünstigt habe.

Zu den Umständen, welche bei Ernährungsversuchen mit verschiedenen Verbindungen nicht gleich gemacht werden können und daher störend sind, gehört die spezifische Wirkung, welche die Verbindungen, abgesehen von ihrer Assimilationsfähigkeit, auf die lebende Zelle ausüben. Ich habe bereits oben bei einer verwandten Frage von dieser Wirkung gesprochen. Sie besteht darin, dass jede Verbindung bei einer gewissen Concentration der Lösung die Lebensenergie herunterstimmt. Diese schädliche Concentration ist für jede Verbindung eine andere; für jede

Digitized by Google

Verbindung ist daher auch das Optimum der Concentration, bei welcher sie einen bestimmten Pilz am besten ernährt, ein anderes. Da nun bei vergleichenden Versuchen die Flüssigkeiten äquivalente Mengen von Nährstoffen enthalten müssen, so sind die Lösungen ungleich weit von ihrem Optimum entfernt, und man läuft überdem Gefahr, dass die eine oder andere Lösung einen geradezu schädlichen Concentrationsgrad erreicht habe. Es kann dieser Punkt nicht genug berücksichtigt werden, wenn man die Beziehung zwischen chemischer Constitution und Assimilationsfähigkeit beurtheilen will. Giebt es doch Verbindungen, welche an und für sich gut ernähren würden, wenn nicht ihre giftigen Eigenschaften sie schon in sehr verdünnter Lösung dazu untauglich machten.

Ein zweiter Umstand, welcher die Vergleichung der Versuche beeinträchtigt und nicht beseitigt werden kann, ist die ungleiche Fähigkeit der Nährverbindungen zu diosmiren. Derselbe macht sich besonders fühlbar beim Zusammenhalte der Albuminate und der ihnen nahestehenden Stoffe mit den krystallisirenden Nährsubstanzen. Die Pilzzellen müssen die Albuminate, um sie aufnehmen zu können, zuerst in eine diosmirende Form umwandeln. Von Peptonen giebt es bekanntlich verschiedene Modificationen, solche die den Albuminaten näher stehen und weniger gut diosmiren, und solche, die mehr verändert sind und besser durch Membranen hindurch gehen. Die Pilze müssen daher auch, wenn sie mit schwer diosmirenden Peptonen ernährt werden, zuerst durch ein ausgeschiedenes Ferment die Peptonisirung vollenden.

Dieser Process verläuft nicht nur bei verschiedenen Pilzen ungleich rasch, indem die meisten Spaltpilze sehr energisch, die Schimmelpilze weniger gut und die Sprosspilze fast gar nicht zu peptonisiren vermögen. Sondern es übt auch die Beschaffenheit der Nährlösung, namentlich

Digitized by Google

die Reaction derselben einen entscheidenden Einfluss aus. Viele Spaltpilze peptonisiren das Eiweiss in neutralen und in ziemlich stark alkalischen Lösungen sehr gut; die Schimmelpilze peptonisiren es noch in schwach sauren Flüssigkeiten, z. B. in $^1/_2$ proz. Phosphorsäurelösung ziemlich rasch, dagegen sehr langsam in 1 proz. Phosphorsäurelösung.

Wenn es sich also um Vergleichung von Albuminaten mit anderen Nährsubstanzen handelt, so ist zu berücksichtigen, welche Wahrscheinlichkeit der Peptonisirung unter den vorliegenden Umständen gegeben sei, und wenn Peptone verglichen werden sollen, so ist die Frage, welche Beschaffenheit und besonders welche Fähigkeit zu diosmiren dieselben schon besitzen und ob sie von den Pilzzellen noch verändert werden müssen. Man darf nicht etwa sagen, die Albuminate seien, weil sie von den Zellen nicht aufgenommen werden, überhaupt ernährungsuntüchtig. Dies trifft allerdings für gewisse Pilze und gewisse Umstände zu, während für andere Pilze und andere Umstände die Eiweissstoffe zu den allerbesten Nährsubstanzen gehören.

Andere störende Umstände sind die ungleiche Löslichkeit der Verbindungen und die damit zusammenhängende ungleiche Anziehung zu Wasser, — ferner ihre ungleiche Oxydationsfähigkeit, die bei Pilzkulturen eine so wichtige Rolle spielt, — ihr ungleiches Verhalten zur Temperatur, indem für jede Verbindung und einen bestimmten Pilz ein anderer Wärmegrad als Optimum erscheint, — dann der Luftzutritt, welcher bezüglich seiner grösseren oder geringeren Ausgiebigkeit einen so entscheidenden Einfluss auf das Wachsthum der Pilze ausübt und der doch mit Sicherheit fast nie in ganz gleicher Weise hergestellt werden kann. Ich will nicht näher auf diese Umstände eintreten. In manchen Fällen sind sie ohne Bedeutung; in andern aber können

Digitized by Google

sie das Kulturergebniss wesentlich beeinflussen, wesshalb sie nie ausser Acht gelassen werden dürfen.[4])

Endlich giebt es einen Umstand, der bei allen Ernährungsversuchen mitspielt und jedes Mal das Resultat in eigenthümlicher, nicht genau zu schätzender Weise mitbedingt. Er besteht darin, dass die Nährlösung durch die Pilzvegetation verändert wird, wodurch sie für die nämlichen oder für andere Pilze bald günstiger bald ungünstiger ausfällt. Wie schon längst bekannt ist, hört bei der Milchsäuregärung das Wachsthum der Spaltpilze nach einiger Zeit auf, wenn nicht die Säure durch Kalk neutralisirt wird. In diesem Falle haben wir es zwar mit einer Gärwirkung zu thun, welche die Flüssigkeit immer saurer und für das Gedeihen der Spaltpilze schädlicher macht. Aber die Ernährung selbst, wenn auch alle Gärwirkung mangelt, führt ebenfalls, zwar langsamere, doch oft sehr bemerkenswerthe Modificationen herbei. Besteht die Nährsubstanz z. B. in essigsaurem Ammoniak, so wird die Flüssigkeit durch kohlensaures Ammoniak alkalisch, indem schon bei der blossen Eiweissbildung auf 6 Molecüle essigsaures Ammoniak, ohne Berücksichtigung der Oxydation, 3 Ammoniak frei werden. Der Vorgang bei dieser Assimilation wird durch folgende Gleichung deutlich:

---

4) Was den Luftzutritt betrifft, so muss wenigstens als Bedingung festgehalten werden, dass die Pilze der zu vergleichenden Kulturen sämmtlich entweder an der Oberfläche der Nährlösungen oder untergetaucht in denselben leben. Viele Pilze (Schimmel-, Spross- oder Spaltpilze) können entweder als Decke auf der Flüssigkeit oder als Flocken in derselben wachsen, und zwar lässt sich, wenn die Gärthätigkeit ausgeschlossen ist, der eine oder andere Zustand beliebig hervorbringen, indem die Deckenbildung dem lebhafteren, die Bildung untergetauchter Flocken dem trägeren Wachsthum entspricht. Man kann beispielsweise einen deckenbildenden Pilz in einen untergetauchten verwandeln, indem man ihn in eine verdünntere Nährlösung oder in die nämliche Nährlösung, die eine antiseptische Verbindung enthält, umzüchtet.

Digitized by Google

36 essigsaures Ammoniak $C_{72}\ H_{252}\ N_{36}\ O_{72}$ =	1	Albumin	C_{72}	H_{112}	N_{18}	O_{22}
	18	Ammoniak		H_{54}	N_{18}	
	43	Wasser		H_{86}		O_{43}
	7	At. Sauerstoff				O_7
			C_{72}	H_{252}	N_{36}	O_{72}

Das essigsaure Ammoniak ernährt nicht, wenn nicht die Luft zutritt und reichliche Oxydation veranlasst. Es dient somit nicht bloss der bei der Assimilation freiwerdende Sauerstoff, sondern auch noch eine gewisse Menge von aus der Luft aufgenommenem Sauerstoff zur Verbrennung von Essigsäure, so dass bedeutend mehr als die Hälfte des in dem Nährsalz enthaltenen Ammoniaks frei werden muss, damit sich Albuminate bilden.

Die Pilzzelle erzeugt ferner nicht bloss Eiweissstoffe, sondern auch Kohlenhydrate und Fett. Berechnen wir die stickstofflosen Verbindungen als eine mit den Albuminaten gleichgrosse Cellulosemenge, so müssen bei der Entstehung der Pilzzellen, ohne die Oxydation durch den freien Sauerstoff zu berücksichtigen, von je 7 Ammoniumgruppen des essigsauren Ammoniaks 5 als Ammoniak frei werden. — Bei der Assimilation von neutralem weinsaurem Ammoniak kann auf je 6 Ammoniumgruppen nur 1 verwendet werden; 5 gehen als Ammoniak in die Flüssigkeit.

Der nämliche Process wie der eben erörterte findet immer statt, wenn man das Ammoniaksalz einer organischen Säure als Nahrung verwendet. Die Nährlösung wird alkalisch und zuerst für Schimmel- und Sprosspilze, nachher auch für Spaltpilze ungünstiger. Enthält die angewendete Flüssigkeit freie Säure, so wird sie nach und nach neutral und dann alkalisch; die Schimmel- und Sprosspilze, die anfänglich begünstigt waren, werden nachher von den Spaltpilzen verdrängt. Ist eine Nährlösung so sehr alkalisch geworden, dass alles Pilzwachsthum darin aufhört, so vermindert sich bei längerem Stehen die alkalische Beschaffen-

Digitized by Google

sie das Kulturergebniss wesentlich beein
sie nie ausser Acht gelassen werden dür

Endlich giebt es einen Umstand, d
ungsversuchen mitspielt und jedes
eigenthümlicher, nicht genau zu sch
dingt. Er besteht darin, dass d
Pilzvegetation verändert wird, w
lichen oder für andere Pilze bald
ausfällt. Wie schon längst bek
säuregärung das Wachsthum
Zeit auf, wenn nicht die
wird. In diesem Falle ha
wirkung zu thun, welche
für das Gedeihen der S
die Ernährung selbst, w ... ga
führt ebenfalls, zwar l ... unter Sauer-
werthe Modificationen ... moniak, worüber
z. B. in essigsauren ... erücksichtigen, folgende
durch kohlensaures A ... n.
blossen Eiweissbild ... 1 Albumin C_{72} H_{112} N_{18} O_{22}
ohne Berücksicht ... O_{36} ... 9 salpetrigsaur. Ammoniak H_{36} N_{18} O_{18}
werden. Der V ... O_{20} =
folgende Gleich ... 16 Wasser H_{32} O_{16}
... H_{180} N_{36} O_{56} ... C_{72} H_{180} N_{36} O_{56}

4) Was den ... dem Albumin eine demselben gleiche Ge-
festgehalten ... llulose erzeugt, so vermehrt sich die Menge
sämmtlich en ... uren Ammoniaks um 15 Moleküle.
taucht in de
pilze) könn ... noch einige Beispiele anderer Veränderungen
derselben ... ung an. Eine neutrale Lösung von salzsaurem
schlossen ... (Versuch 35) wurde, indem sich eine Vege-
indem di ... Spaltpilzen bildete, schwach sauer. Sie enthielt
Flocken ... Salzsäure und viel Salmiak. Der Assimilations-
einen ... bezüglich der Albuminate kann durch folgende
man
lösun ... erklärt werden:

Digitized by Google

1 Albumin	C_{72}	H_{112}	N_{18}	O_{22}	
·lmiak		H_{216}	N_{54}		Cl_{54}
·äure		H_{18}			Cl_{18}
		H_{130}		O_{65}	
			N_{72}	O_{87}	Cl_{72}

·ure als
·nn
·l-
·er
·heils
·en Ver-
·rdunstung
·wenn sich mit
·unden hatte.

· und Aethylalkohol
·rütkasten (36° C) mit
, indem diese einen Theil
·irten. Die nämliche Nähr-
·temperatur ebenfalls mit Er-
·hwach alkalisch, indem hier die
·ngelte, oder wenigstens nicht aus-
dem Harnstoff gebildete kohlensaure
·ralisiren. Die saure Reaction beim
·ar die Ursache, warum sich nur eine
·vegetation entwickelte und nach 14 Tagen
·ne Schimmelpilze abgelöst wurde, während
Versuch die Spaltpilze sich stark vermehrten
·himmelpilze auch nach 6 Wochen noch aus-

·enn, wie dies in den soeben angeführten Beispielen
·all war, die neuen Verbindungen bei der Assimilation
·grösserer Menge entstehen, so haben dieselben auf die
·getation der Pilze und auf die Ernte einen merklichen

Digitized by Google

heit durch Entweichen von Ammoniak und die Pilze können wieder wachsen.

Auch bei der Anwendung von manchen organischen Verbindungen, die zugleich Kohlenstoff und Stickstoff enthalten (wie Asparagin, Kreatin, Harnsäure etc.), wird die Nährflüssigkeit bei der Assimilation durch Freiwerden von Ammoniak alkalisch. Doch kann, da die Pilze ein grösseres oder geringeres Oxydationsvermögen besitzen, unter Umständen der Fall eintreten, dass ein Theil des entstehenden Ammoniaks zu Salpetersäure oder salpetriger Säure oxydirt wird, welche sich mit dem übrigen Ammoniak verbindet.

Dieser Vorgang fand bei dem später unter Nr. 36 erwähnten Versuch statt. Die aus Acetamid bestehende Nährlösung behielt während der Pilzbildung ihre ganz schwach saure Reaction und es bildete sich unter Sauerstoffaufnahme viel salpetrigsaures Ammoniak, worüber, wenn wir bloss die Albuminbildung berücksichtigen, folgende Gleichung Aufschluss geben kann.

			1 Albumin	$C_{72}\ H_{112}\ N_{18}\ O_{22}$
36 Acetamid	$C_{72}\ H_{180}\ N_{36}\ O_{36}$	=	9 salpetrigsaur. Ammoniak	$H_{36}\ N_{18}\ O_{18}$
10 Mol. Sauerstoff	O_{20}			
			16 Wasser	$H_{32}\ O_{16}$
	$C_{72}\ H_{180}\ N_{36}\ O_{56}$			$C_{72}\ H_{180}\ N_{36}\ O_{56}$

Wird ausser dem Albumin eine demselben gleiche Gewichtsmenge Cellulose erzeugt, so vermehrt sich die Menge des salpetrigsauren Ammoniaks um 15 Moleküle.

Ich führe noch einige Beispiele anderer Veränderungen der Nährlösung an. Eine neutrale Lösung von salzsaurem Methylamin (Versuch 55) wurde, indem sich eine Vegetation von Spaltpilzen bildete, schwach sauer. Sie enthielt wenig freie Salzsäure und viel Salmiak. Der Assimilationsvorgang bezüglich der Albuminate kann durch folgende Gleichung erklärt werden:

Digitized by Google

72	salzs. Methylamin	C_{72}	H_{432}	N_{72}		Cl_{72}
22	Wasser		H_{44}		O_{22}	
$32^1/_2$	Mol. Sauerstoff				O_{65}	
		C_{72}	H_{476}	N_{72}	O_{87}	Cl_{72}

=

1	Albumin	C_{72}	H_{112}	N_{18}	O_{22}	
54	Salmiak		H_{216}	N_{54}		Cl_{54}
18	Salzsäure		H_{18}			Cl_{18}
65	Wasser		H_{130}		O_{65}	
		C_{72}	H_{476}	N_{72}	O_{87}	Cl_{72}

Noch grössere Mengen von Salmiak und Salzsäure als bei der Bildung von Albumin müssen entstehen, wenn gleichgrosse Gewichtsmengen von stickstofffreien Verbindungen assimilirt werden. — Die geringe Menge der in der Lösung zuletzt vorgefundenen freien Salzsäure mag theils dadurch erklärt werden, dass während der langen Versuchsdauer ein Theil der Salzsäure durch Verdunstung fortging, theils dadurch, dass ein Theil derselbenn sich mit Zersetzungsprodukten der Pilzsubstanz verbunden hatte.

Eine Nährlösung, welche Harnstoff und Aethylalkohol enthielt (Versuch 34), wurde im Brütkasten (36° C) mit der Bildung von Spaltpilzen sauer, indem diese einen Theil des Alkohols zu Essigsäure oxydirten. Die nämliche Nährflüssigkeit wurde bei Zimmertemperatur ebenfalls mit Erzeugung von Spaltpilzen schwach alkalisch, indem hier die Essigbildung entweder mangelte, oder wenigstens nicht ausreichte, um das aus dem Harnstoff gebildete kohlensaure Ammoniak zu neutralisiren. Die saure Reaction beim ersten Versuch war die Ursache, warum sich nur eine mässige Spaltpilzvegetation entwickelte und nach 14 Tagen durch reichliche Schimmelpilze abgelöst wurde, während beim zweiten Versuch die Spaltpilze sich stark vermehrten und die Schimmelpilze auch nach 6 Wochen noch ausblieben.

Wenn, wie dies in den soeben angeführten Beispielen der Fall war, die neuen Verbindungen bei der Assimilation in grösserer Menge entstehen, so haben dieselben auf die Vegetation der Pilze und auf die Ernte einen merklichen

Digitized by Google

Einfluss. Es bilden sich aber ausserdem auch neue Verbindungen in so geringer Menge, dass sie bei der Vergleichung verschiedener Nährsubstanzen vernachlässigt werden können. Die chemische Analyse weist einige solcher Verbindungen nach. Ich will hier nur von einer Erscheinung sprechen, die zwar schon beobachtet wurde, aber nicht die richtige Beurtheilung gefunden hat; es ist die Bildung eines gelösten Farbstoffes von gelbgrünem bis blaugrünem Ton bei der Kultur von Spaltpilzen.

Diese Färbung der Nährflüssigkeit wurde bei einer Menge unserer Kulturen beobachtet, vorzüglich wenn ein Ammoniaksalz oder eine andere einfach zusammengesetzte Nährsubstanz (z. B. Harnstoff mit Weingeist oder Asparagin) zur Anwendung kam. Dass das Wasser selbst gefärbt war, ergab sich deutlich in denjenigen Fällen, wo es die unveränderte Farbe behielt, während die Pilze sich als farbloser Niederschlag absetzten. Wie es scheint, tritt die Färbung nur bei alkalischer Reaction auf, wobei die Flüssigkeit nach Ammoniak riecht. Sie ist ferner Folge einer Oxydation. Denn sie beginnt an der Oberfläche und schreitet nach unten hin fort; — man beobachtet dies indess nur, wenn keine Bewegung (auch nicht von schwärmenden Spaltpilzen) in der Flüssigkeit vorhanden ist. Diese zeigt sich dann in einem früheren Stadium oben intensiv gefärbt, unten farblos. Bei Luftabschluss bleibt die Färbung ganz aus. Die Lösung fluoreszirt zuweilen sehr deutlich, indem sie im auffallenden Lichte grün, im durchfallenden Lichte gelb aussieht und einer Lösung von Fluorescein vollkommen gleicht.

Von den später angeführten Versuchen war beispielsweise die Flüssigkeit mit weinsaurem Ammoniak grünlich, diejenige mit milchsaurem Ammoniak gelblich, diejenige mit essigsaurem Ammoniak blaugrünlich (Versuch 24 a, b, c), diejenige mit salicylsaurem Ammoniak (Versuch 31) stark

Digitized by Google

grün, diejenige mit Asparagin (Versuch 21) hellgrün, diejenige mit Harnstoff und Weingeist (Versuch 34, das Glas in Zimmertemperatur) starkgrün und fluorescirend.[5])

Eine grosse Zahl von vergleichenden Beobachtungen über die Ernährung des Bierhefenpilzes war schon 1869 von A. Mayer (Untersuchungen über die alkoholische Gärung) angestellt worden. Derselbe kam aber in dieser ersten Arbeit zu einem Resultat, welches im Gegensatze zu den oben ausgesprochenen Regeln steht. Es sollten nämlich in einer Zuckerlösung „diejenigen stickstoffhaltigen organischen Körper, die die complizirteste Zusammensetzung haben und verhältnissmässig sauerstoffarm sind" (nämlich die Albuminate) fast gar nicht ernähren, „diejenigen stickstoffhaltigen organischen Körper, die verhältnissmässig hoch oxydirt sind und den Ammoniakverbindungen näher stehen", sollten

---

5) Die besprochene Erscheinung ist ganz anderer Natur als die bekannten (namentlich rothen) Färbungen, welche die Spaltpilze selbst zuweilen zeigen, und daher nicht mit denselben zu vermengen. Auch ist die Entstehung sowohl der einen als der andern Färbung nicht ein Speciesmerkmal, wie Schroeter und Cohn irrthümlich angenommen haben, und beschränkt sich gleichfalls nicht auf Micrococcus-Formen.

Was den gelösten Farbstoff von grünlichem Ton betrifft, so entsteht derselbe erst nachträglich durch Oxydation aus einer noch unbekannten, bei der Assimilation frei werdenden farblosen Verbindung. — Was die Färbung der Spaltpilze selbst betrifft, so hat dieselbe ohne allen Zweifel ihren Sitz in den weichen Zellmembranen, und ist eine analoge Erscheinung wie die Färbung der Zellhäute vieler Nostochinen, die mit den Spaltpilzen in so naher morphologischer Beziehung stehen. Dass sie nicht zur spezifischen Unterscheidung benutzt werden darf, geht deutlich aus Kulturversuchen hervor. Ein Spirillum, welches intensiv rothe Decken auf Sumpfwasser bildete, gab bei der Kultur in verschiedenen Nährflüssigkeiten nur selten wieder roth gefärbte Spirillen; meistens wurden die Pilze farblos und verloren mehr oder weniger ihre schraubenförmige Gestalt, indem sie sich zu schwach gebogenen oder auch ganz geraden Stäbchen streckten.

Digitized by Google

besser und die Ammoniaksalze am besten ernähren. Bei einer spätern Untersuchung (Nobbe's Landwirthschaftliche Versuchsstationen 1871) wurden diese Aussprüche dahin modifizirt und ergänzt, dass die Ernährungstüchtigkeit einer stickstoffhaltigen Verbindung vorzüglich von ihrem Vermögen, durch Membranen zu diosmiren, abhängig und dass zu den bestnährenden auch Pepsin und die peptonartigen Stoffe zu zählen seien.

Die Untersuchungsmethode war folgende. Kleine Glasfläschchen wurden mit 20 ccm Nährlösung versehen, eine Spur Bierhefe zugesetzt, aus dem Gewichtsverlust die entwichene Kohlensäure Tag für Tag bestimmt und daraus auf die Intensität der Gärung, sowie aus dieser auf das Wachsthum der Hefe geschlossen. Vom chemischen Gesichtspunkte sind die getroffenen Vorsichtsmassregeln wohl als ausreichend zu betrachten, — und die Folgerungen, die aus den zahlreichen Versuchen nicht bloss rücksichtlich der Assimilationsfähigkeit der stickstoffhaltigen Verbindungen, sondern auch rücksichtlich der Wirksamkeit der Mineralstoffe (Aschenbestandtheile) gezogen wurden, wären ebenfalls nicht zu beanstanden, wenn die dabei obwaltende Voraussetzung zuträfe, dass in den verschiedenen Nährlösungen wenigstens in ganz überwiegendem Masse die gleichen morphologischen und physiologischen Vorgänge, nämlich Bildung von Alkoholhefe und geistige Gärung, stattgefunden haben. Diese Voraussetzung konnte zur Zeit, als die Versuche angestellt wurden, nach dem, was damals bekannt war, von dem Chemiker unbedenklich gemacht werden. Sie hat sich aber durch die seitherige Erfahrung als irrthümlich erwiesen. Es giebt zwei Gründe, warum die fraglichen Versuche als unbrauchbar zu betrachten sind.

Der erste Grund besteht darin, dass die Kulturen nicht rein waren. Es giebt keine Bierhefe, die nicht eine grössere oder geringere Anzahl von Spaltpilzen enthielte. Besonders

Digitized by Google

unrein ist aber die Presshefe; in derselben befinden sich nicht nur grosse Mengen von Spaltpilzen, sondern auch Schimmelsporen (besonders von Penicillium) und wohl auch Sprosshefezellen, die keine oder nur geringe Gärung verursachen. A. Mayer verwendete zu seinen Versuchen Presshefe, wie unzweifelhaft daraus sich ergiebt, dass es „käufliche Hefe“ war, in welcher „immer Stärkmehl gefunden“ wurde. Durch Schlämmen lassen sich wohl die Stärkekörner, nicht aber die anderen Pilze und Pilzkeime entfernen, da diese nahezu das gleiche spezifische Gewicht besitzen wie die Sprosshefezellen. Wenn man Presshefe zur Aussaat benutzt, so säet man nach den verschiedenen Proben, die ich davon untersucht habe, zwar ein viel grösseres Gewicht von Sprosspilzen, aber häufig eine gleiche oder grössere Individuenzahl von Spaltpilzen aus. Wären aber auch die Sprosspilze in stark überwiegender Anzahl vorhanden, so wäre dadurch bloss bei Aussaat von beträchtlichen Mengen ihre fast ausschliessliche Vermehrung gesichert, wie ich anderswo nachgewiesen habe (Theorie der Gärung).

Werden bloss Spuren in die pilzfreie Nährflüssigkeit ausgesäet, wie dies bei den fraglichen Versuchen der Fall war, so entscheidet nicht mehr die relative Menge, in welcher ein Pilz in dieser Spur enthalten ist, darüber, ob er gegenüber den andern Pilzen sich zu behaupten vermöge. Sondern es hängt nun von der Beschaffenheit der Nährflüssigkeit, von der Temperatur, von dem Zutritte der Luft und von anderen noch unbekannten Ursachen ab, welche Pilze zur Entwickelung gelangen und die anderen mehr oder weniger verdrängen. Bei sehr zahlreichen Versuchen, welche ich vor Jahren mit verschiedenen neutralen Nährlösungen bei Aussaat kleiner Mengen von Bierhefe anstellte, erhielt ich fast nie eine nur einigermassen reine Vegetation derselben, sondern damit gemengt geringere oder grössere Mengen von Spaltpilzen mit Milchsäure- und Buttersäure-

Digitized by Google

gärung oder Schleimbildung oder Mannitbildung; oft auch wurde die Bierhefe durch die Spaltpilze ganz verdrängt. [6])

In den Fläschchen von A. Mayer musste das Nämliche eintreten; — und dass es wirklich der Fall gewesen ist, geht auch aus den beiläufigen Bemerkungen über die beobachteten Organismen hervor (eine genaue und erschöpfende mikroskopische Untersuchung der Ernten, um die verschiedenen Pilze und ihre relativen Mengen festzustellen, wurde nicht vorgenommen). In manchen Fällen wurde nämlich eine schleimige Haut an der Oberfläche, ohne Zweifel aus Spaltpilzen bestehend, in andern „Mycoderma vini", in noch andern Schimmelpilze, selbst fructifizirend, wahrgenommen.

Alle Pilze entwickeln Kohlensäure; bei Gärungen durch Spaltpilze (Mannit-, Milchsäure-, Buttersäurebildung) wird dieselbe in grösseren Mengen entwickelt. Nach den neueren Beobachtungen ist es auch ausser Zweifel gestellt, dass Alkohol durch Spaltpilze gebildet wird. Die entweichende Kohlensäure und der in der Flüssigkeit vorgefundene Alkohol kann also in keinem Falle, wie es von A. Mayer versucht wurde, als Massstab für das Wachsthum der Sprosshefe benützt werden. Dass Milchsäuregärung in manchem seiner Versuche, in denen sie nicht beobachtet wurde, stattgefunden habe, dafür spricht das Auftreten von Schimmelpilzen. Denn diese stellen sich nicht leicht in der unveränderten Nährlösung, noch in einer Flüssigkeit, die reich an Alkohol- oder Essigsäure ist, ein, wohl aber folgen sie mit Vorliebe auf Milchsäurebildung. — Die Kohlensäureent-

6) In Folge dieser Erfahrungen wurde die Methode der Aussaat minimaler Mengen von Sprosshefe ganz aufgegeben, insoferne nicht vorher durch besondere Versuche eine Reinzucht hergestellt werden konnte, oder in der hinreichend sauren Beschaffenheit der Flüssigkeit die Gewähr für die Existenzfähigkeit der Sprosspilze gegeben war.

Digitized by Google

wickelung nebst Alkoholbildung ist aber nicht bloss ungeeignet, über die Ernährung der Sprosshefe Auskunft zu geben. Sie kann auch nicht als Anhalt für die Ernährung der Pilze überhaupt dienen. Es wäre selbst möglich, dass ein Versuch mit den besten Nährsubstanzen die grösste Menge von Pilzsubstanz, aber die geringste Menge von Kohlensäure und Alkohol erzeugte.

Ein anderer ebenso schwer wiegender Grund, warum Versuche wie die in Frage stehenden als unbrauchbar zu erklären sind, besteht in dem mit denselben nothwendig verbundenen ungleichen Zutritt von Sauerstoff. Das Gedeihen der verschiedenen Pilze ist wesentlich von dem Grade der Oxydation abhängig, welche der Genuss des freien Sauerstoffs ihnen gestattet. Jeder Pilz zeigt in der nämlichen Nährflüssigkeit bei vollständigem Abschluss der Luft das geringste Wachsthum (resp. vollständigen Mangel an Wachsthum), und mit der allmäligen Zunahme des Luftzutrittes ein stetig zunehmendes Wachsthum. Die erste Regel für alle vergleichenden Untersuchungen über Ernährung der Pilze verlangt daher für alle eine gleichgrosse Betheiligung des freien Sauerstoffs. Diess kann dadurch geschehen, dass man denselben ganz ausschliesst, oder dadurch, dass man in offenen flachen Gefässen von gleicher Form ungehinderten Luftzutritt gestattet, oder endlich dadurch, dass man gleich grosse Mengen von Luft in Blasen von gleicher Grösse und in gleicher Zeit durch die sonst abgeschlossene Flüssigkeit durchstreichen lässt. Die Versuche von A. Mayer waren aber so angestellt, dass der Luftzutritt ganz ungleich ausfallen musste. An den Fläschchen befanden sich nämlich luftdicht befestigte Chlorcalciumröhrchen, die am Ende mit einem Kautschukventil verschlossen waren. Bei hinreichender Kohlensäureentwickelung konnte kein Sauerstoff eintreten; bei sehr schwacher oder mangelnder Kohlensäurebildung dagegen

drang Sauerstoff ein, wie dies deutlich aus dem Umstande hervorgeht, dass in manchen Fläschchen schon nach wenigen Tagen eine Gewichtszunahme, bei einigen abwechselnd Zunahme und Abnahme, in einzelnen Fällen selbst ein rasche Zunahme des Gewichtes beobachtet wurde. Es ist möglich, dass die Sauerstoffaufnahme nur in ganz wenigen Fällen, vielleicht auch in keinem einzigen vollständig gemangelt hat. Immerhin kann die jeden Tag beobachtete Gewichtsveränderung nur als die Differenz der entwichenen Kohlensäure und des eingedrungenen Sauerstoffs gelten. Sie ist daher theils aus diesem Grunde, theils desswegen, weil der in ungleicher Menge aufgenommene Sauerstoff die Vegetation in ungleichem Grade beeinflusste, kein Mass für die Assimilationsfähigkeit der Nährflüssigkeit.

Nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft giebt es, wie ich glaube, keine andere auch nur einigermassen genügende Methode für die vergleichende Untersuchung der Ernährungstüchtigkeit verschiedener Nährstoffe, als Gleichhaltung aller äusseren Umstände (namentlich auch des Luftzutrittes), Sicherstellung, dass die nämlichen Pilzvegetationen in den verschiedenen Versuchen auftreten, und quantitative Bestimmung des Ernteergebnisses, wenigstens der gesammten Gewichtszunahme und der Stickstoffzunahme.

Bezüglich der Ausführung unserer Versuche bemerke ich Folgendes. Im Jahr 1868/9 verwendete ich als mineralische Nährstoffe ausgeglühte Asche von Fichtenholz, von jungen Trieben der Rosskastanie und von Erbsen, die durch Phosphorsäure neutralisirt war, ferner ausgeglühte Asche von Bierhefe, — und zwar jeweilen 0,1 g auf 100 ccm Flüssigkeit. Für Spaltpilzkulturen wurden neutrale Nährlösungen benutzt, für Schimmelkulturen wurden dieselben mit der auf Assimilationsfähigkeit zu untersuchenden or-

Digitized by Google

ganischen Säure oder mit Phosphorsäure stark angesäuert. Für Kontrollversuche dienten immer die nämlichen Nährlösungen mit Ausschluss der zu prüfenden organischen Verbindung oder der Asche. Die Versuche beschränkten sich meistens darauf, fest zu stellen, ob eine Lösung ernähre oder nicht.

Ich führe einige der 1868/9 angestellten Versuche an. Die Nährflüssigkeit betrug jedes Mal 300 ccm.

1. Phosphorsaures Ammoniak 0,2 Proz., Citronensäure 1,4 Proz. — Sehr reichliche Schimmel- und Sprosspilze.

1,b. Der Kontrollversuch, in welchem nur das phosphorsaure Ammoniak fehlte, gab beide Pilze sehr spärlich; ebenso der andere Kontrollversuch (1,c), in welchem bloss die Citronensäure mangelte.

2. Essigsaures Ammoniak 0,4 Proz., essigsaures Natron 1 Proz. — Anfänglich kleine Schimmelrasen an der Oberfläche. Dann zahllose Spaltpilze, die Flüssigkeit trübend und eine Decke bildend.

2,b. Der Kontrollversuch, in welchem das essigsaure Ammoniak weggelassen war, gab nur ein äusserst dünnes Häutchen aus winzigen Spaltpilzen (Micrococcus) und spärlichen Monaden bestehend.

2,c. Der Kontrollversuch, in welchem bloss die Asche weggelassen war, gab einige untergetauchte Schimmelrasen, dann eine sehr dünne Schimmeldecke (Mucor).

3. Essigsaures Ammoniak 0,4 Proz., essigsaures Natron 1 Proz.; mit Phosphorsäure angesäuert, also von Nr. 2 durch die saure Reaction unterschieden. — Ziemlich reichliche Schimmel- und Sprosspilze. Später, als die Reaction neutral und alkalisch wurde, Spaltpilze, eine dünne Decke bildend und die Flüssigkeit trübend.

4. Essigsaures Ammoniak 0,4 Proz., essigsaures Natron 1 Proz., Essigsäure 1 Proz. — Nach einiger Zeit starke Schimmeldecke.

Digitized by Google

5. Salpetersaures Kali 0,4 Proz., essigsaures Natron 1 Proz. — Ziemlich reichliche Spaltpilze, die Flüssigkeit trübend und eine dünne Decke bildend.

6. Salpetersaures Kali 0,4 Proz., essigsaures Natron 1 Proz., Essigsäure 1 Proz. — Nach längerer Zeit starke Schimmeldecke.

7. Phosphorsaures Ammoniak 0,23 Proz., reinster Rohrzucker des Handels (derselbe enthielt 0,06 Proz. Stickstoff) 10 Proz. — Reichliche Spaltpilze, die Flüssigkeit stark trübend und eine dünne Decke bildend, in welcher ziemlich viele Monaden sich befanden. Dann trat ziemliche Gasentwicklung auf; die Flüssigkeit wurde sauer (Milchsäure) und es bildete sich eine dünne Schimmeldecke.

8. Phosphorsaures Ammoniak 0,23 Proz., reinster Rohrzucker 10 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,1 Proz., also von Nr. 7 nur durch die saure Reaction unterschieden. — Da die Flüssigkeit nicht sauer genug war (es wurden neben Schimmelpilzen auch ziemlich zahlreiche Spaltpilze beobachtet), so wurde nach einigen Tagen noch einmal die gleiche Menge Phosphorsäure zugesetzt, worauf die Spaltpilze verschwanden und eine starke Schimmeldecke sich einstellte.

Die Versuche 7 und 8 waren mit Holzasche (durch Phosphorsäure neutralisirt) angestellt. Mit Hefenasche gaben sie etwas schwächere Vegetationen.

9. Salpetersaures Kali 0,4 Proz., reinster Rohrzucker 10 Proz. — Reichliche Spaltpilze, die Flüssigkeit trübend und eine dünne Decke bildend, in welcher sich zahlreiche Monaden befanden. Dann wurde die Flüssigkeit sauer (Milchsäure) ohne sichtbare Gasentwickelung und es bildete sich eine Schimmeldecke. — Nach zwei Jahren waren die Schimmelpilze abgestorben, die Flüssigkeit roth und das Gewicht der bei 105° C. getrockneten Ernte (von 300 ccm Flüssigkeit) betrug 1,549 g.

Digitized by Google

10. Salpetersaures Kali 0,4 Proz., reinster Rohrzucker 10 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,13 Proz., also von Nr. 9 nur durch die saure Reaction verschieden. — Sehr starke Schimmeldecke. — Nach zwei Jahren waren die Schimmelpilze abgestorben, die 30 g Zucker vollständig verschwunden, grösstentheils durch Oxydation. Das Destillat enthielt geringe Mengen Weingeist, ein Beweis, dass sich auch etwas Sprosshefe gebildet hatte. Das Trockengewicht der Ernte betrug 3,7 g; darin befanden sich wenigstens 0,045 g Stickstoff, entsprechend 0,281 g Albumin, während die 30 g Kolonialzucker 0,018 g Stickstoff (0,06 Proz.) enthalten hatten. In Aether lösten sich 29,1 Proz. der Trockensubstanz, welche grösstentheils Fett sein mussten.

10,b. Bei einem Kontrollversuch zu Nr. 7, 8, 9 und 10, in welchem sich 10 Proz. des nämlichen Zuckers nebst Asche befanden, also die Stickstoffquellen (Ammoniak oder Salpetersäure) mangelten und in welchem die Flüssigkeit neutral war, trat ein sehr dünnes Häutchen von Spaltpilzen mit zahlreichen Monaden und, nachdem die Flüssigkeit sauer geworden, etwas Schimmelbildung auf. — Nach zwei Jahren ergab die zugleich mit Nr. 9 und 10 vorgenommene Untersuchung nur geringe Abnahme des Zuckergehaltes und bloss 0,070 g Trockensubstanz, also $^1/_{22}$ der Ernte des Versuches Nr. 9, welcher salpetersaures Kali enthielt.

10,c. Ein Kontrollversuch zu Nr. 7, bei welchem die Asche weggelassen wurde, der also in neutraler Flüssigkeit phosphorsaures Ammoniak und Zucker enthielt, lieferte zwar eine deutlich geringere Ernte als Nr. 7, aber zugleich eine deutlich beträchtlichere Ernte als der vorhin angeführte Kontrollversuch, bei welchem sich die Aschenbestandtheile, aber keine Stickstoffverbindungen befanden, so dass es scheinen könnte, als ob unter Umständen der Stickstoff die Mineralstoffe zu vertreten vermöge, was ja auch schon

behauptet wurde, aber um mit Grund angenommen zu werden, doch noch weiterer genauer Untersuchungen bedürfte.

10,d. Ein Kontrollversuch zu Nr. 7, 8, 9, 10, bei welchem sowohl die Stickstoffquellen (Ammoniak oder Salpetersäure) als die Aschenbestandtheile mangelten, der also nur Zucker enthielt, ergab eine äusserst schwache Vegetation zuerst von Spaltpilzen und Monaden und dann von Schimmelfäden in der sauer gewordenen Flüssigkeit. Die Vegetation war noch schwächer als in 10,b.

11. Phosphorsaures Ammoniak 0,11 Proz., Oxalsäure 0,12 Proz., welche dazu dienten um die bei diesem Versuche unverändert zugesetzte Holzasche zu neutralisiren. — Die Flüssigkeit blieb unverändert.

12. Phosphorsaures Ammoniak 0,13 Proz., aus Zucker dargestelltes Humin, welches vorher mit Ammoniak bis zu schwach alkalischer Reaction versetzt worden war, 0,66 Proz. — Die Flüssigkeit blieb unverändert. Das Humin war unlöslich.

Bei den Versuchen, welche ich im Jahr 1870/1 gemeinschaftlich mit Dr. Walter Nägeli anstellte, wurden die mineralischen Stoffe ebenfalls als Asche zugesetzt. Da der Hauptzweck dieser Versuche dahin ging, die Wirkung der Anwesenheit und des Mangels von freiem Sauerstoff zu prüfen, so wurden zum Theil wieder die nämlichen, zum Theil andere Nährstoffe verwendet, indem je einige Gläser mit Luftabschluss und einige zur Kontrolle mit Luftzutritt behandelt wurden. Ich will hier bloss von den letzteren sprechen, und zwar nur insofern sie von den bereits angeführten verschieden sind.

13. Essigsaures Ammoniak 0,7 Proz., reinster Rohrzucker 11 Proz. — Reichliche Spaltpilze, die Flüssigkeit trübend, und nachdem die Flüssigkeit durch Milchsäure-

Digitized by Google

bildung sauer geworden, Sprosshefen- und Schimmelbildung oder nur die letztere.

14. Essigsaures Ammoniak 0,8 Proz., reinster Rohrzucker 11 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,2 Proz. — Sprosshefe und Gärung; dann Schimmelbildung. Die Ernte war etwas geringer als bei Nr. 13.

14,b. Ebenso, aber 0,4 Proz. P_2O_5. — Wie Nr. 14, aber Gärung weniger lebhaft, Schimmelbildung fast gleich.

15. Salpetersaures Ammoniak 0,4 Proz., reinster Rohrzucker 11 Proz. — Spaltpilz- und Milchsäurebildung mässig, aber äusserst reichliche Schimmelbildung, wohl 20 mal reichlicher als bei Nr. 14 und 13.

16. Salpetersaures Ammoniak 0,4 Proz., reinster Rohrzucker 11 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,2 Proz. — Sprosshefenbildung und Gärung ziemlich lebhaft, dann Schimmelbildung. Ernte ziemlich wie Nr. 14, aber mehr als 20 mal geringer als bei Nr. 15.

17. Harnstoff 1 Proz., 2 Proz. und 4 Proz. — Keine Pilze.

18. Harnstoff 1 Proz., Citronensäure 2 Proz. — Reichliche Schimmelbildung.

19. Harnstoff 1 Proz., reinster Rohrzucker 9 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,2 Proz. — Sprosshefe und Gärung, dann reichliche Schimmelbildung.

20. Harnstoff 1 Proz., Glycerin 9 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,2 Proz. — Reichliche Schimmelbildung.

21. Asparagin 1 Proz. — Die Nährflüssigkeit wird trüb und alkalisch, mit starkem ammoniakalischem Geruch und mit zahllosen kurzen stäbchenförmigen Spaltpilzen in Schwärmbewegung.

22. Asparagin 1 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,3 Proz. — Sehr geringe Schimmelbildung.

23. Asparagin 1 Proz., Citronensäure 1 Proz. —

Digitized by Google

Reichliche Sprosspilzbildung. Die Schimmelpilze waren durch die Versuchsanordnung ausgeschlossen.

Die Versuche, welche im Jahr 1875/6 gemeinschaftlich mit Dr. W. Nägeli ausgeführt wurden, hatten gleichfalls den Zweck, die Wirksamkeit der An- und Abwesenheit von freiem Sauerstoff zu untersuchen. Die Mineralsubstanzen wurden wieder als Asche von Hefe, Erbsen, Holz, Tabak, die durch Phosphorsäure neutralisirt war, zugesetzt, in vielen Fällen aber auch als Salzlösungen, nämlich phosphorsaures Kali, schwefelsaure Magnesia und Chlorcalcium in den entsprechenden Mengen. Von den zur Kontrolle angestellten Versuchen mit Luftzutritt mögen folgende, die nicht bereits früher angeführt sind, erwähnt werden.

24. Milchsaures Ammoniak 0,4 Proz., mineralische Nährsalze. — Reichliche Spaltpilzbildung. Ein bemerkenswerther Unterschied in der Erntemenge gegenüber gleichzeitig angestellten und in jeder Beziehung gleich behandelten Versuchen mit Lösungen b) von weinsaurem Ammoniak und c) essigsaurem Ammoniak [7]) war nicht zu beobachten.

25. Bernsteinsaures Ammoniak 0,5 Proz., mineralische Nährsalze. — Reichliche Spaltpilzbildung.

26. Oxalsaures Ammoniak 0,3 Proz., mineralische Nährsalze. — Keine Pilzbildung.

27. Oxalsaures Ammoniak 1 Proz., Oxalsäure 1 Proz., mineralische Nährsalze. — Keine Pilzbildung.

28. Oxalsaures Ammoniak 1 Proz., Oxalsäure 1 Proz., reinster Rohrzucker 13 Proz., mineralische Nährsalze. — Sehr reichliche Schimmelvegetation.

---

7) Bei andern Versuchen stand das essigsaure Ammoniak an Ernährungstüchtigkeit entschieden dem weinsauren und milchsauren Ammoniak nach.

Digitized by Google

29. Ameisensaures Ammoniak 0,1 Proz., mineralische Nährsalze. — Unverändert, sowohl im Brütkasten als bei Zimmertemperatur.

30. Phenol (Carbolsäure) 0,08 Proz., Ammoniak etwa 0,2 Proz., mineralische Nährsalze. Die Reaction der Nährflüssigkeit war fast neutral (ganz schwach alkalisch). — Ein Glas, das in den Brütkasten gestellt wurde, blieb unverändert. Die zwei in Zimmertemperatur befindlichen Gläser trübten sich und zeigten ziemlich zahlreiche Spaltpilze (eine winzige Micrococcusform), das eine überdem spärliche, das andere viele Sprosspilze.

31. Salicylsaures Ammoniak 0,1 Proz., mineralische Nährsalze. — Sehr reichliche Vegetation von Spaltpilzen (Micrococcus und Bacterium), welche die Flüssigkeit trübten, stark grün färbten und einen etwas fauligen Geruch verursachten; — dies in zwei Gläsern bei Zimmertemperatur. Ein im Brütkasten befindliches Glas blieb anfänglich unverändert; nach 2 Monaten bildeten sich ein paar Schimmelrasen an der Oberfläche; keine Spaltpilze.

32. Phosphorsaures Ammoniak 0,5 Proz., Glycerin 5 Proz., Asche, Kreide. — Aeusserst reichliche Spaltpilzbildung, und später auf der sauren Flüssigkeit eine Schimmeldecke.

33. Die Versuche über Ernährungstüchtigkeit der Humussubstanzen wurden mit Torf angestellt. Derselbe wurde in der Kälte oder in der Wärme mit Wasser, das 0,5 Proz. kohlensaures Ammoniak enthielt, ausgelaugt und die Lösung zu den Versuchen benützt. Oder es wurden die Gläser zur Hälfte mit Torf und dann zu $^3/_4$ mit Wasser gefüllt, welches entweder keinen Zusatz erhielt, oder mit 0,2 bis 0,5 Proz. kohlensaurem Ammoniak, mit 0,2 Proz. Ammoniak, mit 0,1 Proz. Kali versetzt war. Die Gläser erfuhren entweder keine weitere Behandlung, oder sie wurden zunächst während längerer Zeit (20 Stunden) einer Tem-

Digitized by Google

peratur von 90 bis 92° C. ausgesetzt. Die Lösungen, welche einen Zusatz von kohlensaurem Ammoniak, von Ammoniak oder von Kali erhalten hatten, reagirten schwach alkalisch oder sie waren beinahe neutral; diejenigen ohne Zusatz zeigten äusserst schwach saure Reaction.

Die Kulturresultate waren sehr verschiedene. Einige Male bildete sich in den Lösungen bald eine mehr spärliche bald eine reichliche Vegetation von Spaltpilzen (Micrococcus und Spirillum, seltener Bacterien), in welcher sich dann auch Monaden einstellten. Ein Mal blieb jede Pilzbildung aus, wie dies auch bei Anwendung von künstlichem Humus der Fall gewesen (Versuch 12). Ich setze den negativen Erfolg auf Rechnung der Unlöslichkeit der Humussubstanzen, nicht etwa, wie man allenfalls vermuthen könnte, auf den Mangel an mineralischen Nährsalzen, an denen mancher Torf sehr arm ist. Denn es stellte sich eine ziemlich reichliche Algenvegetation ein.

34. Harnstoff 0,5 Proz., Aethylalkohol 2,3 Proz., mineralische Nährsalze. — Ein Glas im Brütkasten zeigte mässige Spaltpilzbildung mit saurer Reaction, nachher eine dicke Schimmeldecke. Ein anderes Glas bei Zimmertemperatur ergab eine sehr reichliche Spaltpilzvegetation mit schwach alkalischer Reaction. Ueber den chemischen Befund habe ich bereits oben gesprochen.

34,b. Kontrollversuche, bei denen der Harnstoff mangelte, zeigten im Brütkasten eine äusserst spärliche Spaltpilzvegetation, bei Zimmertemperatur gar keine Veränderung.

35. Salzsaures Methylamin 0,5 Proz., mineralische Nährsalze. — Ziemlich reichliche Spaltpilzbildung. Das Auftreten von Salmiak und freier Salzsäure bei diesem Versuche wurde bereits erwähnt.

36. Acetamid 0,5 Proz., mineralische Nährsalze. — Reichliche Spaltpilzbildung. Von dem dabei entstehenden salpetrigsauren Ammoniak wurde oben gesprochen.

Digitized by Google

37. Oxamid 0,5 Proz., mineralische Nährsalze. — Nach zwei Jahren war die Flüssigkeit noch unverändert.

Ich halte es für überflüssig, anderer Versuche, die kein sicheres Resultat gegeben haben, wie z. B. mit buttersaurem Ammoniak, baldriansaurem Ammoniak, Glycocoll, Acetanilid, Tannin, Salicin besonders zu erwähnen. Wenn Pilzbildung ausbleibt, so ist ja immer die Frage, ob die angewendeten Verbindungen ernährungsuntüchtig sind oder ob in anderen Verhältnissen die Ursache zu suchen ist. Tritt nur spärliche Vegetation auf, so können die angewendeten Verbindungen schwer assimilirbar, oder die Ernährung kann durch verunreinigende Stoffe bewirkt sein. — Ebenso spreche ich nicht von allen anderen Versuchen, wo das Resultat selbstverständlich ist, wo z. B. Zucker- oder Glycerinlösungen mit den verschiedensten stickstoffhaltigen Verbindungen als Nahrung dienten.

Wie bereits erwähnt wurde, habe ich in der bisherigen Aufzählung nur diejenigen Versuche berücksichtigt, bei denen der Luftzutritt gestattet war. Wird die Nährflüssigkeit unter Luftabschluss gehalten, so besteht, wie ich dies in der „Theorie der Gärung" angegeben, ausser der Assimilationsfähigkeit der organischen Verbindungen noch die fernere Bedingung für das Wachsthum der Pilzzellen, dass dieselben eine Gärthätigkeit von einem bestimmten Intensitätsgrad ausüben. Die Ernährung und Vermehrung der Pilze unterbleibt vollständig, wenn das Gärvermögen jenen Grad nicht erreicht, und ist um so lebhafter, je mehr es ihn überschreitet.

Die meisten Versuche, die ich über die Einwirkung des freien Sauerstoffs angestellt habe, betreffen die Spaltpilze. Bei diesen sind die Verhältnisse, wegen der verschiedenartigen Gärungen, die sie verursachen können, sehr

Digitized by Google

mannigfaltig und verwickelt. Um dennoch hier eine Vorstellung zu geben, wie die Assimilationstüchtigkeit der Pilze durch die Gärthätigkeit beeinflusst wird, will ich kurz die Ergebnisse der weniger zahlreichen Versuche mit Sprosspilzen mittheilen, bei denen sich die Sache, da sie nur Zucker zu vergären vermögen, viel einfacher gestaltet. Zur übersichtlicheren Darstellung fasse ich ganze Gruppen von Versuchen unter Nummern zusammen. Ich bemerke dazu, dass die Versuche zu verschiedenen Zeiten (in den Jahren 1868 bis 1876) und mit verschiedenen Nebenabsichten angestellt wurden. Daraus erklärt sich, dass die Mengenverhältnisse der angewendeten Nährstoffe oft ungleich ausfielen, was unerklärlich wäre, wenn sie mit Rücksicht auf einander angeordnet worden wären. Der Luftabschluss wurde immer durch Quecksilber bewirkt.

38. Es ist bekannt, dass der Traubenmost ohne Zutritt von Luft vergären kann. Richtig angestellte Versuche zeigen nun, dass die Gärung in dem nämlichen Most um so rascher eintritt, je länger derselbe vor dem Abschluss die Einwirkung der Luft erfahren hat und ebenso, je grösser bei gleicher Lufteinwirkung die Zahl der darin enthaltenen Keime ist, — dass es aber für die Menge der sich bildenden Hefe ohne Belang ist, ob der Traubensaft mit der Luft gar nicht in Berührung kommt, indem er unter Quecksilber ausgepresst wird, oder ob er bloss einige Minuten, einige Stunden oder 1½ Tage mit der Luft in Berührung war, ob die Gläser, in die er gefüllt wird, ausgekocht und von der verdichteten Luftschicht an ihrer Oberfläche befreit waren oder nicht, ob bloss klarer Traubensaft benutzt oder ob demselben eine beliebige Menge Traubenfleisch mit oder ohne Schalen beigemengt wird (die Zugabe von Traubenschalen beschleunigt die Hefenbildung, weil dieselben eine grössere Menge von Keimen in die Flüssigkeit bringen). Der nämliche Traubenmost, der bei

Digitized by Google

Zutritt von Luft in 20 bis 30 Tagen vergärt, bedarf dazu unter Abschluss von Luft 4 bis 7 Monate; — und von dem nämlichen Most bedürfen beispielsweise diejenigen Partieen, die sogleich nach dem Auspressen luftdicht abgeschlossen wurden, 15 bis 20 Wochen, diejenigen Partieen dagegen, die vor dem Luftabschluss während 18 Stunden in flachen Tellern der Lufteinwirkung ausgesetzt waren, 6 bis 9 Wochen zur vollständigen Vergärung.

Wenn man dem Traubenmost Zucker, Glycerin, Weingeist, ein Salz oder eine Säure zusetzt, so verläuft bei Luftzutritt die Gärung um so langsamer, je grösser der Zusatz ist; es vergärt auch nicht mehr aller Zucker und bei einer bestimmten Zusatzmenge tritt überhaupt keine Gärung mehr ein, während die Hefe sich zwar noch, aber sehr langsam und nur an der Oberfläche, wo sie in Berührung mit Luft ist, vermehrt. Bei Luftabschluss beobachtet man die gleichen Folgen schon bei viel geringeren Zusatzmengen, mit dem Unterschied jedoch, dass eine Vermehrung der Hefenzellen ohne Gärung nicht stattfindet, und dass somit die gleiche Zusatzmenge die Gärwirkung und die Assimilation aufhebt.

39. Gekochter Traubenmost, dem man geringste Mengen von Hefe zusetzt, verhält sich ganz wie der unveränderte. Die Versuche mit demselben gewähren den Vortheil, dass man bei hinreichender Vorsicht eine grössere Gewissheit erlangt, es beginne die Vegetation in mehreren zu vergleichenden Gläsern mit Hefezellen von ungefähr gleicher Zahl und Beschaffenheit.

40. Kalte Auszüge oder Abkochungen von getrockneten Weinbeeren (Rosinen) verhalten sich nicht anders als Traubenmost mit der einzigen Ausnahme, dass der Zucker gegenüber den stickstoffhaltigen Nährstoffen in grösserem und daher weniger günstigem Verhältniss vorhanden ist. Werden die Rosinen wiederholt gekocht und fügt man dem

Digitized by Google

nicht mehr süss, sondern bloss etwas herb schmeckenden Kochwasser Zucker und Säure (Wein- oder Citronensäure) bei, so ernährt dasselbe bei Abschluss der Luft die Hefenzellen ähnlich wie Traubenmost.

41. Abkochungen von Pflanzentheilen, die mehr oder weniger Zucker enthalten (Mohrrüben, Kartoffeln). Bei Luftabschluss findet Vermehrung der Sprosshefe statt, sicherer, wenn bis 1 Prozent Wein- oder Citronensäure zugesetzt wird (wegen des Ausschlusses der Spaltpilze), aber lebhafter ohne Säurezusatz.

42. Malzauszug verhält sich wie Nr. 41.

43. Abkochung von Bierhefe oder kalter Auszug derselben, mit Zusatz von 0,5 bis 1 Proz. Citronensäure oder 0,4 bis 0,6 Proz. Phosphorsäure (P_2O_5) ernährt die Sprosshefe bei Zutritt von Luft; aber bei Abschluss derselben wird entweder gar keine oder nur eine minimale Menge von Zellen gebildet, Letzteres ohne Zweifel in Folge der äusserst geringen Menge von Zucker, die das Hefenwasser enthält.

Wird der Hefenabsud (welcher 1 Proz. feste Substanz enthält) mit 1 Proz. Glycerin oder 1 Proz. Mannit und überdem (zur Verhinderung der Spaltpilzbildung) mit 0,4 Proz. Phosphorsäure versetzt, so ist der Erfolg ganz derselbe, nämlich reichliche Hefenbildung mit Sauerstoff, und so gut wie keine Hefenbildung, wenn die Luft ausgeschlossen ist.

Erhält dagegen der Hefenabsud einen Zusatz von 1 bis 10 Proz. Zucker[8]) und von 0,4 bis 1 Proz. Citronensäure oder 0,4 Proz. Phosphorsäure, so vermehrt sich die Sprosshefe ohne freien Sauerstoff und vergärt den Zucker fast vollständig.

---

8) Der hier sowie bei den folgenden Versuchen zugesetzte Zucker war Rohrzucker.

44. Fleischextractlösung verhält sich wie Hefenwasser, nur dass wegen vollständigen Mangels an Zucker auch die minimale Hefenbildung ausbleibt, wenn keine Luft zutritt oder kein Zucker zugesetzt wird, wie sich aus folgenden Versuchen, die je mehrfach angestellt wurden, ergiebt.

a) Wasser mit 1 Proz. Liebig'schem Fleischextract, ohne Luft. — Keine Sprosshefenbildung.

b) 1 proz. Fleischextractlösung mit 0,4 bis 0,6 Proz. Citronensäure mit Luft. — Reichliche Sprosshefe.

c) Ebenso, ohne Luft. — Keine Hefe.

d) Fleischextract 1 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,1 bis 6,2 Proz., mit Luft. — Hefe.

e) Ebenso, ohne Luft. — Keine Hefe.

f) Fleischextract 1 Proz., Glycerin 4,5 oder 9 Proz., mit Luft. — Sprosshefe, die aber leicht von Spaltpilzen verdrängt wird.

g) Fleischextract 1 Proz., Glycerin 4,5 oder 9 Proz., Citronensäure 0,5 Proz., mit Luft. — Reichliche Sprosshefe.

h) Ebenso, ohne Luft. — Keine Hefe.

i) Fleischextract 0,5 Proz., Glycerin 4 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 1 Proz., mit Luft. — Reichliche Hefe.

k) Ebenso, ohne Luft. — Keine Hefe.

l) Fleischextract 0,5 Proz., Zucker 4,5 Proz., oder Beides verdoppelt, ohne Luft. — Sehr reichliche Sprosshefe, wenn dieselbe nicht von Spaltpilzen verdrängt wird, und zwar zeigte sich die weniger concentrirte Lösung unter übrigens gleichen Umständen günstiger für die Sprosshefe.

m) Fleischextract 0,33 bis 1 Proz., Zucker 9 bis 13 Proz., Citronensäure 0,4 bis 0,8 Proz., ohne Luft. — Sehr reichliche Sprosshefe ohne Spaltpilze. Bei 2 Versuchen mit 0,33 Proz. Fleischextract, 13 Proz. Zucker und 0,7 Proz. Citronensäure fand vollständige weingeistige Vergärung statt. Bei 2 Versuchen mit 2 Proz. Fleischextract,

Digitized by Google

9 Proz. Zucker und 0,3 Proz. Citronensäure fand neben der geistigen Gärung etwas Spaltpilzbildung und Milchsäuregärung statt. Bei 3 Versuchen mit 1 Proz. Fleischextract, 20 Proz. Zucker und 0,8 Proz. Citronensäure trat nur geringe Vermehrung der Sprosshefenzellen und fast keine Alkoholbildung ein.

n) Fleischextract 0,4 bis 0,6 Proz., Zucker 9 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,3 bis 0,5 Proz., ohne Luft. — Sehr reichliche Sprosshefe ohne Spaltpilze.

o) Fleischextract 0,5 Proz., Zucker 9 Proz., Weingeist (absolut.) 4,2 Proz., ohne Luft. — Reichliche Sprosshefe, die aber nicht allen Zucker zu vergären vermag.

p) Fleischextract 0,4 Proz., Zucker 9 Proz., schwefelsaures Chinin 0,012 oder 0,0225 Proz., ohne Luft. — Reichliche Sprosshefe.

q) Fleischextract 0,5 Proz., Zucker 9 Proz., Alkohol (absolut.) 2 Proz., schwefelsaures Chinin 0,0066 Proz., ohne Luft. — Ziemlich viel Sprosshefe mit einer noch grösseren Menge von Spaltpilzen.

r) Fleischextract 0,5 Proz., Mannit 4,5 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,2 Proz., mit Luft. — Sehr reichliche Sprosshefe.

s) Fleischextract 1 Proz., Mannit 1 Proz., Citronensäure 0,5 Proz., ohne Luft. — Reichliche Sprosshefe und Spaltpilze. Da der Mannit bei Ausschluss von Luft sonst nicht den Zucker ersetzen und die Sprosspilze ernähren kann, so hat ohne Zweifel bei diesem Versuch eine Umwandlung des Mannits in eine Glycoseform durch die Spaltpilze stattgefunden. Eine solche Umwandlung ist ja auch bereits früher von Berthelot nachgewiesen worden, und für den vorliegenden Versuch wird sie durch die beobachtete Entwicklung von Wasserstoffgas sehr nahe gelegt.

t) Fleischextract 1 Proz., Salicin 0,3 Proz., Citronensäure 0,5 Proz., ohne Luft. — Sprosshefe mit einer noch

grösseren Menge von Spaltpilzen, welche wahrscheinlich die Zuckerbildung aus dem Salicin bewirkten.

u) Fleischextract 1 Proz., Amygdalin 0,3 Proz., Citronensäure 0,5 Proz., ohne Luft. – Reichliche Sprosshefe, dabei Spaltpilze, denen wohl die Zuckerbildung aus dem Amygdalin zuzuschreiben ist.

45. Fleischauszug (aus gehacktem Fleisch mit der doppelten Menge destillirten Wassers, dem auf 125 ccm 1 Tropfen concentrirte Salzsäure und 0,6 g Kochsalz zugesetzt war, während 6 Stunden bei Zimmertemperatur bereitet) verhält sich ganz wie Fleischextract. Mit 0,2 bis 0,5 Proz. Phosphorsäure versetzt, ernährt derselbe bei Ausschluss der Luft wohl noch spärlich die Spaltpilze, aber nicht die Sprosshefenzellen.

46. Harn ernährt bei Luftabschluss die Sprosspilze nicht, man mag ihn mit Säure versetzen oder nicht. Bei Luftzutritt vermag er ziemlich reichliche Sprosshefe zu bilden, wenn man ihm zur Abhaltung der Spaltpilze 0,5 bis 1 Proz. Weinsäure oder Citronensäure zufügt. — Bei Zusatz von Glycerin (4,5 bis 9 Proz.) vermehren sich die Sprosspilze, wenn die Luft abgehalten wird, ebenfalls nicht; dagegen begünstigt das Glycerin ihre Vermehrung bei Luftzutritt sehr beträchtlich.

Wird der Harn mit Zucker (9 Proz.) und Säure (0,5 oder 1 Proz. Citronensäure) versetzt, so findet bei Luftabschluss reichliche Sprosshefenbildung, dann aber auch Spaltpilzbildung statt, was wohl so zu erklären ist, dass der Harnstoff in kohlensaures Ammoniak übergeht, wodurch die Säure neutralisirt wird. — Enthält der Harn 9 Proz. Zucker und 4,5 Proz. Alkohol (absolut), so bleibt bei Abschluss von Luft die Vermehrung der Spross- und Spaltpilze aus; während bei Luftzutritt zuerst die Spaltpilze sich vermehren und Milchsäure erzeugen, worauf die Sprosspilze zu wachsen beginnen.

Digitized by Google

47. Eiweiss und Eigelb von Hühnereiern mit oder ohne Säurezusatz kann bei Ausschluss von Luft die Sprosspilze nicht ernähren, wohl aber die Spaltpilze. Eine Nährlösung enthielt beispielsweise 33 Proz. Eiweiss oder Eigelb und 1 Proz. Citronensäure; in andern waren die Mengen von Eiweiss und Eigelb geringer.

48. Blutalbumin (4 Proz.) und Phosphorsäure (0,5 Proz.) mit etwas neutralisirter Erbsenasche ernähren die Sprosshefenzellen nicht, wenn die Luft abgehalten wird, — wohl aber bei Zutritt derselben.

49. Asparagin 1 Proz., Phosphorsäure ($P_2 O_5$) 0,3 Proz., Hefenasche, ohne Luft. — Keine Sprosshefe.

b) Ebenso mit Luft. — Mässige Sprosshefenbildung.

50. Harnstoff 1 Proz., Citronensäure 2 Proz., mit Phosphorsäure neutralisirte Erbsenasche, ohne Luft. — Keine Sprosshefe.

b) Ebenso, mit Luft. — Mässige Sprosshefenbildung.

c) Harnstoff 1 Proz., Glycerin (von 1,2 spezif. Gew.) 9 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,2 Proz., neutralisirte Erbsenasche, ohne Luft. — Keine Sprosshefe.

d) Ebenso, mit Luft. — Reichliche Sprosspilze und Spaltpilze.

e) Harnstoff 1 Proz., Zucker 9 Proz., Phosphorsäure (P_2O_5) 0,2 Proz., neutralisirte Erbsenasche, ohne Luft. — Reichliche Sprosspilze und Spaltpilze.

51. Ammoniaksalze (z. B. der Weinsäure, Essigsäure) allein vermögen, wiewohl ziemlich kümmerlich, die Sprosspilze bei Zutritt von Luft zu ernähren, zu welchem Zwecke die Spaltpilze durch freie Säure und die Schimmelpilze durch Reinkultur auszuschliessen sind. Bei Abhaltung der Luft findet keine Ernährung statt.

Wenn die Nährlösung ausser dem Ammoniaksalz noch Glycerin enthält, so ist der Erfolg bezüglich der Sprosspilze der nämliche, nur dass das Wachsthum unter dem

Einfluss des freien Sauerstoffs viel lebhafter wird, während es ohne denselben gleichfalls ausbleibt.

Aeusserst lebhaft ist das Wachsthum der Sprosspilze, wenn statt des Glycerins sich Zucker in der Flüssigkeit befindet und wenn reichlicher Sauerstoff zutritt. Doch wird bei dieser Nahrung die Hefe geschwächt und stirbt zuletzt ab. Enthält beispielsweise die Nährlösung 9 Proz. Zucker, 1 oder 0,5 Proz. neutrales weinsaures Ammoniak und etwas mit Phosphorsäure neutralisirte Erbsen- oder Hefenasche, und wird diese Lösung je nach 2 Tagen erneuert, so kann während der ersten 4 Tage die Hefe sich auf das 4 fache Gewicht vermehren, wenn die Trockensubstanz der jedes Mal zur Aussaat benutzten Hefenmenge 3 bis 4 Proz. der Nährflüssigkeit ausmacht. Aber das Wachsthum ist am Ende dieser kurzen Zeit schon viel träger geworden und es hört bei Fortsetzung des Versuches bald ganz auf, wobei die Spaltpilze die Oberhand gewinnen. Durch Erhöhung der Temperatur auf Brütwärme, durch reichliche Luftzufuhr, durch Zusatz einer grösseren Menge von Kaliphosphat und durch Anwendung von Nährsalzen statt der Asche wird zwar die Vegetation im Allgemeinen sehr befördert und durch etwas Säure werden die Sprosspilze gegenüber den Spaltpilzen begünstigt. Doch erleiden selbst unter den allergünstigsten Bedingungen die Sprosspilze, die den Stickstoff bloss in Form von Ammoniak erhalten, eine zunehmende Schwächung und gehen ihrem sicheren Untergang entgegen. Es lässt sich das Gewicht der Bierhefe mit Zucker und weinsaurem Ammoniak unter Durchleitung von Luft im Brütkasten während 64 Stunden auf das 12 fache vermehren. Aber die Hefezellen sind dann viel fettreicher und stickstoffärmer geworden und sie sind in ihrer Lebensenergie geschwächt, indem sie an Gärtüchtigkeit eingebüsst haben und viel leichter der Concurrenz der Spaltpilze erliegen (vgl. auch Nr. 52, 53).

Digitized by Google

Wird der Zutritt der Luft verhindert, so vermögen Ammoniaksalze mit Zucker die Sprosspilze zwar noch durch viele Generationen zu ernähren, aber die Vermehrung ist jetzt eine viel geringere und hört in Folge von Erschöpfung nach viel weniger Generationen auf als bei Zutritt von Sauerstoff.

Das Gesagte gilt für alle Ammoniaksalze, wobei indessen zu bemerken ist, dass wenn dieselben für sich allein die Sprosspilze ernähren sollen, das weinsaure, citronensaure, bernsteinsaure Salz günstiger wirkt als das essigsaure, und dieses günstiger als das salicylsaure und benzoësaure Ammoniak. Befindet sich aber Glycerin oder Zucker in der Nährflüssigkeit, so verhalten sich die verschiedenen Ammoniaksalze fast gleich, insoferne sie nicht antiseptisch wirken; auch das salpetersaure Ammoniak giebt keine ungünstigeren Resultate als die übrigen. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass bei Abschluss von Luft die Sprosspilze (wie alle Pilze) viel empfindlicher sind und daher ein allfälliger Säurezusatz sehr vorsichtig zu bemessen ist. So erweisen sich beispielsweise 0,8 Proz. Citronensäure in einer 9 proz. Zuckerlösung, welche 0,5 Proz. neutr. citronensaures Ammoniak und etwas Hefenasche enthält, entschieden als zu viel. Die Vermehrung der Sprosshefenzellen ist in diesem Falle äusserst träge; sie dauerte in mehreren Versuchen nach 2 Jahren noch fort; es hatte sich in dieser langen Zeit äusserst wenig Hefe gebildet und es war fast kein Zucker durch Gärung verschwunden. — Schädlicher als Citronensäure und Weinsäure wirken freie Essigsäure und freie Salpetersäure. Gänzlicher Mangel an freier Säure gewährt zwar die günstigsten Bedingungen für das Wachsthum der Sprosspilze, aber auch die grösste Gefahr, dass sie durch die Spaltpilze verdrängt werden.

Die nachfolgenden Versuche sind von Dr. O. Löw ausgeführt und beschrieben worden.

52. Ernährung der Sprosshefe durch weinsaures Ammoniak und Zucker unter dem Einfluss von Luft und Wärme (Oct. 1877).

Es ist eine seit lange gemachte Erfahrung, dass Luftzutritt und mässige Erwärmung das Wachsthum der Sprosshefe begünstigen, allein über den relativen Einfluss dieser Factoren sind noch keine näheren quantitativen Angaben bekannt und wurden dessbalb folgende Versuche angestellt:

Vier Flaschen a, b, c, d, erhielten gleiche Mengen Bierhefe, nämlich je 2,652 g Trockensubstanz entsprechend, und je einen Liter Nährflüssigkeit von folgender Zusammensetzung:

Zucker [9])	10	Prozent
Ammontartrat . .	0,5	„
Dikaliumphosphat .	0,035	„
Magnesiumsulfat .	0,006	„
Calciumchlorid . .	0,0015	„
Ammonsulfat . . .	0,0061	„

Die Flaschen a und c wurden in den Brütkasten (28—32° C) gestellt, b und d hatten Zimmertemperatur (15—19°); mit continuirlichem Luftstrom wurden a und b behandelt.

Nachdem so viel Zucker verschwunden war, dass man einen süssen Geschmack kaum mehr wahrnehmen konnte, wurde die überstehende Flüssigkeit von der Hefe abgegossen und neue Nährlösung zur Hefe gegeben. Aus der abgegossenen Flüssigkeit setzte sich nach längerem Stehen an einem kühlen Orte stets noch etwas Hefe ab, welche dann in die betreffenden Flaschen zurückgegeben wurde.

9) Unter Zucker ist hier stets der Colonialzucker des Handels zu verstehen.

Mit der fortschreitenden Gärung trat eine zunehmende saure Reaction [10]) auf, welche durch titrirte Ammoniakflüssigkeit neutralisirt wurde, um dem Hefenwachsthum keine ungünstigen Bedingungen erwachsen zu lassen. Bei a und c, also da wo höhere Temperatur einwirkte, erwies sich die Säurebildung am stärksten.

Am 10. Tage wurden die Versuche unterbrochen, die Ernten gewaschen und in Cylindergläschen absetzen lassen, um das Volum mit dem Gewichte vergleichen zu können, dann $^1/_{10}$ zur Trockensubstanzbestimmung verwendet.

Das Resultat war folgendes:

	Verbrauchte Liter Nährlösung	Erntegewicht	Erntevolum in cc	Ernte, im Vielfachen der Aussaat	Gewicht eines cc Hefe, nach dem Trocknen	Verbrauchte Menge Ammoniak
a	7	7,72 g	43,7	2,91	0,176 g	6,32 g
b	4	6,04	36,7	2,27	0,164	3,75
c	6	4,29	26,5	1,62	0,162	5,81
d	5	2,81	18,1	1,06	0,155	4,20

Gleichzeitiger Einfluss von Luft und Wärme begünstigte also in dem verhältnissmässig kurze Zeit dauernden Versuche das Resultat ungemein; denn in a wurde nicht nur das grösste Erntegewicht, sondern auch die bestgenährte Hefe erhalten, was aus dem Vergleich der specifischen Gewichte sich ergiebt.

Aus dem Resultat bei d ergiebt sich aber, dass die angewandte Nährlösung bei mangelhaftem Luftzutritt und gewöhnlicher Temperatur keine günstige Ernährung herbeiführte.

10) Auf eintretender Milchsäuregährung beruhend.

Die Stickstoffbestimmungen in den Ernten ergaben folgendes Resultat:

	Absolute Menge Stickstoff:	Stickstoff in Prozenten:
a	0,529	6,85
b	0,347	6,18
c	0,299	6,97
d	0,197	7,03
Aussaat	0,238	9,00

Es geht daraus hervor, dass während bei gleichzeitiger Anwendung von Luft und Wärme die Eiweisssubstanzen um mehr als das Doppelte zunahmen, bei Abwesenheit dieser Factoren sogar eine Verminderung (durch Ausscheidung) eintrat. —

53. (März 1879). Bei einem andern Versuche mit Bierhefe wurde bei gleichem Zuckergehalt der Lösung die Menge des Ammontartrats auf 1 Prozent, und die des Dikaliumphosphats ebenfalls auf 1 Prozent erhöht; die Menge des Magnesiumsulfats betrug 0,01 Prozent, des Chlorcalciums: 0,0025 Prozent. Ammonsulfat wurde weggelassen. Das Gewicht der Trockensubstanz der angewandten Hefe [11]) betrug = 0,769 g; die angewandte Nährlösung anfangs 200 cc; sie wurde 3 mal erneuert und das letzte Mal auf 400 cc erhöht. Da es sich hier nur darum handelte, den Einfluss eines constanten Luftstroms näher zu bemessen, so wurden die Flaschen keiner höheren Temperatur ausgesetzt; es ergab sich nun für die Ernte

bei constant durchgeleitetem Luftstrom: 2,093 g
ohne Luftstrom: 1,478 g;

im ersten Falle also das 2,72 fache, im letzten nur das 1,92 fache der Aussaat.

11) Sie wurde unmittelbar nach Entnahme aus dem Bier-Gärbottig verwendet, nachdem sie einmal mit Wasser gewaschen war.

54. (März 1879). Vergleichung von Pepton und Ammontartrat bei Ernährung der Sprosshefe. Da Pepton einerseits dem Eiweiss ausserordentlich nahe steht [12]), andererseits im Gegensatz zu letztrem in einem gewissen Grad der Diosmose fähig ist, so lag es nahe zu vermuthen, dass es in Verbindung mit dem Cellulose liefernden Zucker die beste Nährmischung für Pilze abgeben müsse. In der That haben schon unsre Versuche mit Schimmel dieses Resultat voraussehen lassen (vgl. Mittheilung vom 3. Mai).

Die beiden Nährlösungen enthielten a) 1 Proz Ammontartrat, b) 1 Proz. Pepton; im Uebrigen war die Zusammensetzung wie die soeben beschriebene (auf 100 Wasser, 10 Zucker, 1 Dikaliumphosphat etc.)

Angewandt wurde eine 0,773 g Trockensubstanz entsprechende Hefemenge [13]) und 200 cc Nährlösung, welch' letztre nach erfolgter Vergärung erneuert und auf 400 cc erhöht wurde. Die Temperatur des Gärraumes betrug 30 bis 32° C; ein Luftstrom wurde nicht durchgeleitet. Das Erntegewicht betrug

bei a = 0,966 g; Zunahme = 0,193 g = 24,97 Proz.,
bei b = 1,611 g; „ = 0,838 g = 108,42 „

Die Zunahme ist also bei Peptonnahrung unter den gegebenen Umständen mehr als viermal so gross als bei Ammontartrat.

Es ist möglich, dass die Behandlung mit einem continuirlichen Luftstrom dieses Resultat im günstigen Sinne für Ammontartrat verändern würde. Ein Versuch in dieser Richtung musste wegen übermässiger Schaumbildung bei der Peptonnährlösung und des in Folge dessen eintretenden Verlustes unterbrochen werden. Ein weiterer Versuch.

12) Nach den neueren Untersuchungen von Maly ist es als depolymerisirtes Eiweiss zu betrachten.

13) Diese Bierhefe wurde nach zweitägigem Stehen an einem kühlen Orte verwendet.

Digitized by Google

wobei beide Nährlösungen im Brütkasten standen und nur die mit Ammontartrat mit einem Luftstrom behandelt wurde, ergab bei letztrer eine mehr als doppelt so hohe Ernte als bei der Peptonlösung. Doch lässt sich hieraus wegen der ungleichen Behandlungsweise kein Schluss ziehen.

55. Vergleich der Stickstoffernährung mit Ammoniak und Salpetersäure bei Sprosshefe (December 1877). Der Umstand, dass sowohl Schimmel- als Spaltpilze den Stickstoff aus der Salpetersäure zu assimiliren vermögen, die Sprosspilze aber hiezu unfähig sind, bildet eine zu auffallende Thatsache, als dass man sich nicht nochmals davon hätte überzeugen wollen. Die folgenden Versuche bestätigen diese Beobachtung vollständig.

Vier Flaschen wurden mit je 0,732 g Trockensubstanz entsprechender Menge Hefe [14]) und einer 9 prozentigen Zuckerlösung, deren Volum anfangs 200 cc betrug und mit der Hefezunahme auf 400, zuletzt auf 800 cc erhöht wurde, beschickt. Die Gärtemperatur betrug von 25—30°. Von den Nährsalzen wurde auf 100 Wasser: 0,035 Dikaliumphosphat, 0,006 Magnesiumsulfat und 0,0015 Calciumchlorid angewandt.

Die Flasche a erhielt nun 0,47 Prozent Ammontartrat und 0,005 Proz. Ammonsulfat.

Die Flasche b diente zum Controllversuch und mangelte hier jede Stickstoffquelle.

Bei c wurde als N-quelle eine dem Ammontartrat aequivalente Menge Natronsalpeter, und bei d Calciumnitrat zugefügt.

Bei a verlief die Gärung am schnellsten und da stets die Erneuerung der Nährlösung nach fast vollendeter Gärung stattfand, so kam es, dass schliesslich, bei Beendigung

14) Diese Hefe enthielt nach dem Trocknen bei 100° 9,29 Prozent N und 4,77 Prozent Asche.

Digitized by Google

des Versuches, nach 10 Tagen, a 2400 cc, b, c und d aber nur 1200 cc Nährlösung verbraucht hatten.

Das Erntegewicht betrug bei:

		Zunahme:
a = 2,836 g	. . . . . .	2,104 g
b = 0,856	. . . . . .	0,124
c = 0,880	. . . . . .	0,148
d = 0,970	. . . . . .	0,238

Die Stickstoff- und Aschebestimmungen gaben folgende Werthe:

	a	b	c	d	Ursprüngliche Hefe
Asche in Proz.	4,94	4,14	6,66	5,84	4,77
Stickstoff in Proz.	7.09	4,09	4,92	5,23	9,29
Absolute Menge Stickstoff in g	0,2011	0,0348	0,0377	0,0516	0,0680

Es geht also hieraus deutlich hervor, dass die geringe Gewichtsvermehrung bei b, c und d lediglich die Cellulose betraf, und eine Zunahme an Eiweisskörpern nur bei a, wo der Stickstoff in Form von Ammoniak dargeboten wurde, stattfand.

56. (Sommer 1879). Ein ähnlicher Versuch, bei welchem ausser der Temperatur des Brütkastens noch ein continuirlicher Luftstrom angewendet wurde, lieferte kein günstigeres Resultat.

Der Zuckergehalt der Nährlösung betrug 10 Prozent, die Menge des Dikaliumphosphats 1 Prozent, die angewandte Hefemenge = 1,280 g (Trockensubstanz), und die Nährlösung = 200 cc, welche 5 mal erneuert wurde. Es ergab sich bei a ohne jeden Zusatz eines N-haltigen Körpers als Ernte: 2,493 g; bei b mit Zusatz von 1 Prozent NO_3K:

Digitized by Google

2,368 g. Der Zusatz von Salpeter hatte also kein bessres Resultat herbeigeführt als Zucker allein und die erhaltene Vermehrung ist hier wohl fast ausschliesslich auf Kosten der Cellulosebildung zu setzen; da aber auch der reinste Zucker des Handels noch immer sehr geringe Mengen N-haltiger Materien enthält, so können diese wohl unter sonst günstigen Umständen bei der Hefe Verwendung finden und bei der Vermehrung mitgewirkt haben.

57. Assimilation der Salpetersäure durch Spaltpilze (Sommer 1879). Während Nitrate durch Sprosshefe nicht verändert werden, erfahren sie durch Spaltpilze bekanntlich verhältnissmässig rasch eine Reduction zu Nitriten und schiesslich zu Ammoniak. Durch folgenden Versuch konnte diese Reduction leicht dargethan werden:

Eine Nährlösung von der Zusammensetzung:

Wasser	200 g
Dikaliumtartrat . .	5
Natriumnitrat . .	2
$Mg SO_4$	0,08
$Ca Cl_2$	0,02
$K_2 HPO_4$ . . .	1,0

wurde in einen 5—600 cc fassenden Kolben gebracht, dieser mit doppelt durchbohrten Kautschukpfropfen versehen und von Zeit zu Zeit Luft durch den Kolben gesaugt, welche concentrirte Schwefelsäure passirt hatte. Eine Aussaat von Spaltpilzen wurde nicht gemacht, diese entwickelten sich bald aus den aus der Luft ursprünglich in die Lösung gelangten Keimen und vermehrten sich anfangs ziemlich rasch. Die Reaction wurde bald entschieden alkalisch und schon nach 2 Wochen wurde eine nicht unbeträchtliche Reaction auf salpetrige Säure mit Jodkaliumstärkekleister nach dem Ansäuern erhalten. Nach 8 Wochen wurde die gebildete Pilzmasse abfiltrirt, sie wog 0,113 g.

Digitized by Google

Allein trotz dieser verhältnissmässig geringen Masse, war doch der grösste Theil des Tartrats zu Carbonat von den Pilzen oxydirt worden, während andrerseits die Salpetersäure theils zu salpetriger Säure, theils zu Ammoniak reducirt worden war, welch' letztres sich als Carbonat in der Flüssigkeit vorfand.

58. Assimilation der Salpetersäure durch Schimmelpilze (Sommer 1879). Salpetersäure wird zwar von den Schimmelpilzen assimilirt und sicherlich also zu Ammoniak hiebei reducirt, doch salpetrige Säure lässt sich als Zwischenprodukt nicht nachweisen. Dieses mag darin begründet sein, dass wir bei Schimmelculturen stets für saure Reaction sorgten, um die Spaltpilzentwicklung zu verhindern; es ist aber auch möglich, dass jedes Molecul des aufgenommenen Nitrats direct in Ammoniak verwandelt wird, ehe das intermediär wahrscheinlich gebildete Nitrit ausgeschieden werden kann.

Gleichzeitig mit dem Versuch mit Natrium-Nitrat wurden Nährlösungen mit Ammonnitrat und Harnstoff angestellt. Die Nährlösung besass folgende Zusammensetzung:

Wasser	400 g
Glycerin	30
K_2HPO_4	0,80
$MgSO_4$	0,06
$CaCl_2$	0,02

Zwei Flaschen, a und b erhielten je 0,8 Prozent Ammonnitrat, a blieb ohne Säurezusatz, b erhielt noch 0,25 Prozent Essigsäure, c erhielt die aequivalente Menge Natriumnitrat, d die aequivalente Menge Harnstoff; c und d wurden wie b mit 0,25 Prozent Essigsäure angesäuert. Bei a entwickelten sich in Folge der mangelnden Ansäuerung bald Spaltpilze, welche das Glycerin in Gärung versetzten, wo-

Digitized by Google

durch rasch eine saure Reaction auftrat. Letztre hatte nun die Entwicklung einer Schimmelvegetation zur Folge, welche die gebildete Säure oxydirte, in Folge dessen die Reaction schliesslich wieder schwach alkalisch wurde. Salpetersäure war zum Theil jetzt noch als solche vorhanden, salpetrige Säure aber liess sich nicht nachweisen. Die Ernte betrug 0,735 g. Bei b, c und d waren in Folge anfänglicher Ansäuerung keine Spaltpilze aufgetreten, die anfangs zugesetzte Essigsäure war fast völlig oxydirt worden, die Reaction der Lösungen nur noch sehr schwach sauer. Der Schimmel entwickelte sich zuerst am lebhaftesten auf c, später bei d. Der oberflächlichen Ausbreitung nach schien bei a die Schimmeldecke am bedeutendsten. Bei b war die Sporenbildung am stärksten. Die Ernten betrugen bei:

b = 1,655 g
c = 1,770
d = 3,519

59. Verhalten von Methylamin und Aethylamin mit und ohne Zucker (Mai 1879). Da bei einem früheren Versuche, bei welchem eine Nährlösung von salzsaurem Methylamin 2 Jahre sich überlassen worden war (Versuch 35) Spaltpilze ernährt hatte, so wurde der Versuch mit Methylamin und Aethylamin bei Schimmelpilzen wiederholt: Hiezu dienten folgende Nährlösungen:

a		b
Wasser	200	Erhielt statt Methylamin Aethylamin.
Salzsaures Methylamin	2,5	
Dikaliumphosphat .	0,25	
$MgSO_4$	0,08	
$CaCl_2$	0,02	
Phosphorsäure . .	1,25	

Die ausgesäten Sporen trieben kurze Fäden und starben dann ab. Als man sich nach mehreren Wochen für über-

Digitized by Google

zeugt halten konnte, dass auf dieser Nährlösung keine Pilz-Entwicklung möglich sei, wurden zu a noch 12 g Zucker gesetzt, worauf eine äusserst energische Schimmelentwicklung erfolgte; die Ernte betrug nach 41 Tagen 3.230 g (bei 100° getrocknet).

Was b betrifft, so wurde diese Lösung in 2 Hälften getheilt und die eine mit Kali neutralisirt und mit Spaltpilzen inficirt: aber nach mehreren Wochen zeigte sich hier keine Entwicklung.[15]) Die andre Hälfte wurde nach dem Neutralisiren mit 5 g Zucker versetzt, worauf eine lebhafte Spaltpilzvegetation eintrat.

Der Stickstoff substituirter Ammoniake kann also von Schimmel- und Spaltpilzen leicht assimilirt werden; ja ein Vergleich ergab, dass salzsaures Methylamin mit Zucker ein besseres Resultat lieferte als Salmiak mit Zucker. Sprosshefe scheint sich auch hier wieder abweichend zu verhalten; denn in einem Versuch verhielten sich die Zunahmen bei salzsaurem Aethylamin und Salmiak nahezu wie 1 : 2; bei ersterem traten auffallend rasch Spaltpilze auf.

60. Verhalten des Propylamins (Juni 1879). Nach den Versuchen mit Methyl- und Aethylamin erschien es von Interesse, noch das nächst höhere Glied betreffs der C- und N-Assimilirbarkeit durch Pilze zu versuchen. Es wurden desshalb aus den salzsauren Verbindungen dieser 3 Basen Nährlösungen hergestellt und diese diesmal im Brütkasten[16]) bei 30—32° längere Zeit stehen lassen. Die Zusammensetzung war:

---

15) Ein Kontrollversuch, bei welchem Methylamin und Aethylamin weggelassen wurden, gab in der nämlichen Zeit eine Schimmelernte von 0,0018 g, also nur den 1800ten Theil.

16) Bei gewöhnlicher Temperatur zeigte auch nach mehreren Wochen die Propylamin-Nährlösung keine Pilz-Entwicklung.

Digitized by Google

Wasser	200 g
Salzsaure Base . .	2,0
Dikaliumphosphat .	0,5
$MgSO_4$	0,04
$CaCl_2$	0,01

Methyl- und Aethylamin-Nährlösung blieben diesmal wieder ohne Pilz-Entwicklung, bei Propylamin aber bildete sich langsam eine Vegetation von röthlich gefärbten Spaltpilzen. Es können letztre also aus Propylamin nicht nur ihren Bedarf an N, sondern auch den an C decken; wenn unter sonst gleichen Umständen bei Methyl- und Aethylamin dieses nicht der Fall ist.

61. Ernährung durch Trimethylamin und Zucker (Sommer 1879). Da Trimethylamin und Triaethylamin bei Abwesenheit irgend einer andern Kohlenstoffquelle für Spaltpilze ebensowenig günstig sich erwiesen [17]), als Methyl- und Aethylamin, so wurde ein Gemenge von Trimethylaminsalz und Zucker versucht, um zu sehen, ob wenigstens der Stickstoff dieser tertiären Base zur Assimilation dienen könne. Die Nährlösung besass folgende Zusammensetzung:

Wasser	100 g
Essigsaures Trimethylamin	0,5
Zucker	5,0
Dikaliumphosphat . . .	0,2
Magnesiumsulfat . . .	0,02
Calciumchlorid . . .	0,002

Diese Lösung (a) wurde mit Spaltpilzen inficirt, während eine zweite (b), ganz gleich zusammengesetzte noch 1 Proz. Phosphorsäure erhielt und mit Schimmelsporen besät wurde. Gleichzeitig wurden hiezu 2 Kontrollflaschen ohne Trimethylaminsalz aufgestellt.

---

17) Diese Nährlösungen enthielten 1 Prozent der salzsauren Basen und die unorganischen Nährsalze, mit Spaltpilzen inficirt entwickelten sie selbst nach längerer Zeit keinerlei Vegetation.

Digitized by Google

Bei dem Kölbchen a trat bald eine rapide Spaltpilz-Vegetation ein, und in Folge dessen Milchsäurebildung. Letztre hatte, weil nicht neutralisirt, bald einen Stillstand zur Folge, welchen sich nun Schimmelpilze zu Nutze machten. Nach 3 Monaten wurde dieser Schimmelrasen abfiltrirt, er wog bei 100° getrocknet: 1,080 g. In dem Kontrollkölbchen trat anfangs ebenfalls eine wenn auch geringe Spaltpilz- und später Schimmelbildung auf (in Folge des geringen Gehalts des Zuckers an N-haltigen Materien), allein die Totalernte betrug hier nur 0,042 g.

Das Kölbchen b entwickelte von Anfang an Schimmel, ohne Spaltpilze, die Ernte betrug nach 2 Monaten 1,167 g, beim Kontrollversuch nur 0,120 g.

Der Stickstoff kann daher auch assimilirt werden, wenn 3 Atome H im Ammoniak durch Methyl ersetzt sind.

62. Verhalten von Ferrocyankalium bezüglich der Stickstoffassimilation (Juni 1878). Da Spalt- und Schimmelpilze ihren Stickstoffbedarf aus Nitraten sowohl als aus Ammoniak und Substitutionsprodukten des letztren decken können, so fragte es sich weiter, wie sie sich in dieser Beziehung gegen Cyan- und Nitroverbindungen verhielten. Bei dem das Cyan betreffenden Versuch diente folgende Nährlösung:

Wasser	500
Zucker	15
Ferrocyankalium .	3
Dikaliumphosphat .	0,50
Magnesiumsulfat .	0,16
Calciumchlorid . .	0,04

Ausgesäte Schimmelsporen kamen hier nicht zur Entwicklung [18]), dagegen stellte sich bald eine Spaltpilzvegetation

18) Bei Phanerogamen erwies sich Ferrocyankalium als Gift; die Keimlinge (Buchweizen) starben nach Entwicklung der Cotylen bald ab.

Digitized by Google

und in Folge dessen Milchsäurebildung ein. Allmälig trat ein schwacher Blausäuregeruch auf, das Nesslersche Reagens deutete die Bildung von Ammoniak an, und am Boden zeigte sich ein schwachblau gefärbter Niederschlag. Offenbar hatte die gebildete Milchsäure Ferrocyanwasserstoffsäure in Freiheit gesetzt, welch' letztre leicht zersetzlich ist. Bei rascherer Zersetzung der hiebei auftretenden Blausäure würde eine hinreichende Menge Ameisensäure entstanden sein, die weitere Pilzvegetation ganz aufzuheben.

62,b. Ebensowenig wie Schimmelpilze sich entwickeln konnten, konnte es Sprosshefe. Die Nährlösung war wie folgt zusammengesetzt:

Wasser	100
Zucker	10
Ferrocyankalium .	1
Dikaliumphosphat .	1,0
Magnesiumsulfat .	0,026
Calciumchlorid . .	0,006

Die gärende Mischung wurde bei 30° mit einem Luftstrom behandelt, allein die Zunahme der Hefe war nur unbedeutend; gleichzeitig hatten sich Spaltpilze gebildet und etwas Berlinerblau abgeschieden. —

63. Verhalten von Nitroverbindungen (Juni 1879). Picrinsäure und Nitrobenzoesäure dienten zu diesen Versuchen. Die stark antiseptischen Eigenschaften der ersteren liessen von vorneherein kein sehr günstiges Resultat erwarten. In der That blieb eine ½ prozentige Lösung dieser Säure völlig unverändert. Doch da es möglich schien, dass bei günstiger Kohlenstoffquelle wenigstens der Stickstoff der Nitroverbindung Verwendung finden könnte, so wurde eine Nährlösung mit 2,5 Proz. Zucker und 0,2 Proz. Picrinsäure mit Schimmelsporen besät, aber es erfolgte nach 2 Wochen keine Spur von Entwicklung. Erst als diese Nährlösung mit dem gleichen Volum Wasser verdünnt und die Menge

Digitized by Google

des Zuckers verdoppelt wurde, stellte sich eine äusserst kümmerliche Vegetation ein, die Ernte betrug nach vier Wochen nur 0,041 g.

Wegen der wenn auch sehr geringen Verunreinigungen des Zuckers war ein Kontrollversuch zu gleicher Zeit angestellt worden, bei dem die Picrinsäure fehlte; die Ernte betrug hier 0,052 g. also mehr als mit der Säure. Indessen trotzdem ist eine Mitwirkung der Picrinsäure wie erscheint nicht abzusprechen; denn im Kontrollversuch fehlten die Sporen fast ganz, während im Hauptversuch sie eine nicht unerhebliche Menge darstellten.

63,b. Bei einem Versuch mit Nitrobenzoesäure wurde eine Lösung von 3 Prozent essigsaurem Natron und 0,2 Prozent nitrobenzoesaurem Natron und den nöthigen Nährsalzen sich selbst überlassen, allein es zeigten sich keine Spaltpilze, nur langsam entwickelte sich etwas Schimmel, dessen Menge nach 6 Wochen kaum 1 cg überschritt. Im Kontrollversuch war allerdings noch viel weniger sichtbar.

Es geht also jedenfalls so viel daraus hervor, dass aromatische Nitrosäuren sehr schlechte Stickstoffquellen für die Pilze darstellen. —

64. Verhalten verschiedener anderweitiger Substanzen bei der Ernährung der Pilze.

64,a. Organische Basen, wie Chinin und Strychnin stellen sehr schlechte Nährstoffe für die Pilze dar. So bildeten Nährlösungen von 0,5 Proz. der Sulfate dieser Basen, die mit 0,1 Prozent Phosphorsäure angesäuert worden waren, nach vielen Wochen keine Spur von Schimmel. Erst nachdem nochmals das der Nährlösung gleiche Volum Wasser zugefügt wurde, bildete sich eine Minimalmenge in der Strychninlösung, aber noch immer keine Spur in der Chininlösung. —

Digitized by Google

64,b. Dass Halogensubstitutionsprodukte der Fettreihe eine schlechte Nahrung für Pilze darstellen würden, liess sich im Voraus vermuthen. Wir haben in dieser Richtung nur einen Versuch mit Chloral gemacht. Eine Nährlösung mit 0,5 Prozent dieses Körpers und 0,25 Ammonsulfat blieb selbst nach langer Zeit ganz unverändert. —

64,c. Von den Alkoholen der Fettreihe wurde der Isobutylalkohol versucht, und eine Nährlösung von:

Wasser	300 g
Isobutylalkohol . .	0,5
Ammonphosphat .	0,25
Magnesiumsulfat .	0,08
Calciumchlorid . .	0,02
Dikaliumphosphat .	0,30

mit Schimmel besät. Die nach 8 Monaten abfiltrirte Ernte betrug 0,048 g.

64,d. Von den Hydroxyverbindungen der aromatischen Reihe diente Pyrogallol, Gerbsäure und Chinasäure zu Versuchen.

Eine 1 prozentige Pyrogallol-Lösung (200 cc) gab bei Gegenwart von 0,2 Prozent Ammonsulfat und den nöthigen Nährsalzen eine sich sehr langsam entwickelnde Schimmelvegetation, die verhältnissmässig reich an Sporen war; die nach 6 Wochen abfiltrirte Ernte betrug nach dem Trocknen bei 100° 0,235 g [19]).

Wie Pyrogallussäure verhält sich Gerbsäure, auch sie ernährt den Schimmelpilz in einer Nährlösung mit 0,4 Proz. Gerbsäure und 1 Prozent Ammonphosphat.

64,d. Einen sehr guten Nährstoff giebt die der antiseptischen Benzoesäure so nahestehende Chinasäure ab, denn

19) Die Beobachtung von V. Bovet (Journ. f. pr. Chem. 19. 445), dass Pyrogallol als Antisepticum gute Dienste leiste, dürfte sich nur auf concentrirtere Lösung wie die hier angewandte beziehen.

auf einer Nährlösung mit 1 Prozent chinasaurem Kalk, 0,25 Ammonsulfat, und den nöthigen Mineralsalzen und mit 0,1 Phosphorsäure angesäuert entwickelte sich rasch eine üppige Schimmelvegetation wie nur auf einem der besseren Nährsubstanzen.

---

2. „Die Ernährung der niederen Pilze durch Mineralstoffe.“ [20])

Die Pilze bedürfen, wie die übrigen Pflanzen, ausser den Verbindungen, die ihnen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff zuführen, noch gewisse mineralische Stoffe, deren Anwesenheit bei dem Chemismus nothwendig ist, oder deren Elemente in die Constitution der Substanz eintreten. Aber die Pilze machen bezüglich der Auswahl verhältnissmässig geringe Ansprüche. Sie können mit 4 Elementen auskommen, nämlich 1) Schwefel, 2) Phosphor, 3) einem der Elemente Kalium, Rubidium oder Caesium, 4) einem der Elemente Calcium, Magnesium, Baryum oder Strontium, während die höheren grünen Landpflanzen zugleich Calcium und Magnesium und überdem noch Chlor, Eisen und Silicium bedürfen.

Da nur geringe Mengen von Mineralstoffen nöthig sind, um die Pilze zu ernähren, so muss bei den Versuchen, die dieses Bedürfniss feststellen sollen, grosse Vorsicht bezüglich der Reinheit der angewendeten Verbindungen und Gefässe obwalten, und es muss stets das Ergebniss durch Kontrollversuche geprüft werden. Man könnte, wenn jene Vorsicht nicht geübt und wenn nicht scharfe Kontrolle gehalten wird, sonst leicht zu dem irrthümlichen Glauben kommen, dass entweder die Mineralstoffe nicht nöthig sind,

---

20) Ein Theil der erläuternden Versuche wurde von Hrn. Dr. Oscar Löw angeordnet und ausgeführt; dieselben sind von ihm am Schlusse beschrieben.

Digitized by Google

oder dass sie durch die Pilze in einander umgewandelt werden. Besonders sind die Spaltpilze geeignet, den Experimentator zu täuschen, da sie oft in sehr geringen Mengen starke Trübung der Nährlösung und starke Gärung bewirken, — in Mengen, welche nur Spuren von Mineralstoffen enthalten können. — Pilzkulturen sind daher in manchen Fällen als sehr feine Reagentien auf Verunreinigungen von chemischen Verbindungen zu gebrauchen.

Was zuerst den Schwefel betrifft, so ist derselbe als Bestandtheil der Albuminate unentbehrlich und kann auch durch kein anderes Element ersetzt werden. Es sind zwar in neuester Zeit die Albuminate der Spaltpilze als schwefelfrei erklärt worden. Allein diese Annahme erscheint wegen der Analogie mit den übrigen Organismen als wenig annehmbar und ihr widersprechen auch unsere Beobachtungen.

Die Pilze entnehmen den Schwefel den Albuminaten, wenn ihnen dieselben als Nahrung zugänglich sind. Sie können ihn aber unter allen Umständen auch aus der Schwefelsäure sich aneignen, und ebensogut aus der schwefligen und unterschwefligen Säure. Es giebt sogar Versuche, aus denen man zu dem Schlusse geneigt sein möchte, dass die letzteren Verbindungen besser ernähren als Schwefelsäure. Ein sicheres Urtheil darüber wäre erst aus grösseren Versuchsreihen zu gewinnen.

Bezüglich des Schwefels gilt nämlich in besonderem Grade, was ich vorhin von der Schwierigkeit, entscheidende Kulturversuche anzustellen, gesagt habe. Er findet sich sehr leicht in hinreichender Menge als Verunreinigung, besonders des Zuckers. Aber auch Nährlösungen, denen der Zucker mangelt, zeigen ohne Schwefelzusatz oft ziemlich reichliche Pilzvegetation. So befinden sich eben unter den Versuchen zwei Gläser mit starker Trübung und mässiger Gärung, von denen das eine auf 100 ccm Wasser 0,5 g Asparagin, 3 g Glycerin, 0,2 g Dikaliumphosphat, 0,02 g

Calciumchlorid und 0,05 g Magnesiumchlorid, das andere auf 100 ccm Wasser 0,5 g Asparagin, 1 g Glycerin, 0,1 g Kaliumnitrat, 0,1 g Diammonphosphat und 0,1 g Magnesiumchlorid enthält (also beide Nährlösungen ohne eine Schwefelverbindung [21]).

Auf den Betrag der Verunreinigungen kann man einigermassen schliessen, wenn man solche „schwefelfreie" Nährlösungen mit andern vergleicht, denen eine Schwefelverbindung zugesetzt wird. So wurden früher (1876) neben Gärversuchen mit 10 g Colonialrohrzucker, 0,5 g neutralem weinsaurem Ammoniak und 0,04 g (schwefelfreier) Hefenasche Kontrollversuche angesetzt, von denen die einen 0,033 g schwefelsaures Kali, die andern 0,033 g schwefelsauren Kalk erhielten. Bei Luftabschluss wurde von den Nährlösungen ohne Schwefelverbindung die erste ihrem Volumen gleiche Menge von Kohlensäure durchschnittlich nach 161 Tagen, von denen mit schwefelsaurem Kali durchschnittlich nach 45 Tagen, von denen mit schwefelsaurem Kalk durchschnittlich nach 54 Tagen entwickelt.

Was das Kalium als Nährstoff der Pilze betrifft, so ergeben die Kulturversuche, dass dasselbe nicht durch die folgenden Elemente: Natrium, Lithium, Baryum, Strontium, Calcium, Magnesium ersetzt werden kann, auch nicht durch Ammonium, — wohl aber durch Rubidium und Caesium. Salze der beiden letzten Elemente ernähren die Pilze ebenso gut, wo nicht besser, als Kalisalze, während sie für die höheren Pflanzen unbrauchbar sind.

Auch bei diesen Versuchen ist wegen der geringen Mengen von Kalium, welche die Pilze bedürfen, auf die

21) Nach der Untersuchung von Dr. O. Löw lassen sich in dem verwendeten destillirten Glycerin nach Verbrennung von 30 g mit Zusatz von Soda (cp) leise Spuren von Schwefel auffinden, während 5 g Asparagin keine Spur von Schwefelreaction gaben.

Digitized by Google

Reinheit der übrigen Nährstoffe und der Gefässe zu achten, auch darauf, dass während des Versuches weder aus der Gefässwandung Kalium in die Lösung gehe, noch dass Staub aus der Luft hereinfliege. Da es kaum möglich ist, das Kalium ganz auszuschliessen und da man oft nicht weiss, wie viel etwa von demselben sich in die Nährlösung einschmuggelt, so ist es immer nothwendig, einen Kontrollversuch ohne jedes Alkali der Versuchsreihe beizufügen. Es zeigt sich dann, dass diejenigen Versuche, welche Natrium-, Lithiumsalze u. s. w. enthalten, keine grössere Pilzernte geben, als diejenigen, denen kein Alkalisalz zugesetzt wird.

Ferner ist zu bemerken, dass zu diesen Versuchen die Schimmelpilze und die Sprosspilze viel geeigneter sind als die Spaltpilze, weil ihre Ernten viel mehr ins Gewicht fallen. Die Trockensubstanz einer Spaltpilzkultur ist an und für sich sehr gering, und überdem wird ein grosser Theil der Assimilationsprodukte bald wieder ausgeschieden und zugleich mit einem Theil der Nährverbindungen durch die grosse Oxydationstüchtigkeit der lebenden Zellen verbrannt. Es geschieht daher leicht, besonders wenn der richtige Zeitpunkt überwartet wird, dass im Endresultat der verschiedenen Versuche kein bemerkbarer Unterschied gefunden wird (Versuch 67). Bei den Spaltpilzen eignet sich desswegen zur Bildung eines Urtheils die Beobachtung anderer Erscheinungen besser als der Gebrauch der Waage. Man sieht nämlich deutlich, dass Nährlösungen, welche Kalium-, Rubidium- oder Caesiumsalze enthalten, sich rascher und viel stärker trüben, und dass sie rascher und intensiver grünlich gefärbt werden (vgl. die oben gemachte Bemerkung über diese Färbung) als Nährlösungen, denen die genannten Salze mangeln.

Was die Elemente Magnesium und Calcium betrifft, welche man gewöhnlich als unentbehrlich für die Nährlösungen betrachtet, so können dieselben einander ersetzen.

Digitized by Google

Ebenso können sie durch Baryum oder Strontium ersetzt werden, nicht aber durch Kalium, noch durch ein anderes der eigentlichen Alkalien. Die einzige Versuchsreihe, die über die Vertretung der 4 genannten Elemente durch einander angestellt wurde (Versuch 71), giebt aber nur im Allgemeinen Gewissheit darüber. Es bleibt ungewiss, ob dieselben gleichwerthig seien oder ob die Pilze durch die einen, sei es durch einzelne oder durch Combinationen von zweien, besser ernährt werden als durch die anderen. Man darf nämlich auf das Erntegewicht bei Schimmelkulturen keinen grossen Werth legen, wenn irgend ein die Vegetation störender Umstand eintritt. Dies war bei der fraglichen Versuchsreihe der Fall, da die für die Schimmelpilze ungünstige Essigsäure zum Ansäuern der Nährlösung benutzt werden musste. Es ergab sich als sicheres Resultat bloss, dass jedes der 4 genannten Elemente das Wachsthum der Pilze ermöglicht, und dass ohne eines derselben das Wachsthum unmöglich wird, wie dies schon während des Versuchs aus der äusserst kümmerlichen Vegetation in dem einen Glase (d) ganz deutlich hervorging. Um über die Vergleichung bezüglich der Wirksamkeit zwischen Kalk, Magnesia, Baryt und Strontian sicheren Aufschluss zu erhalten, müssten entweder die Versuche mit freier Essigsäure so wiederholt werden, dass von jeder Nummer ein halbes Dutzend Gläser angesetzt und so die Unregelmässigkeiten im Wachsthum möglichst eliminirt würden, oder es müsste ein anderes von alkalischen Erden vollkommen freies Spaltpilz-widriges Mittel angewendet werden.

Die Beobachtung, dass unter den basischen Elementen eine gegenseitige Vertretung bald möglich, bald unmöglich ist, führt zu der Frage, ob die Rolle, welche sie beim Chemismus übernehmen, dafür irgend eine Erklärung geben könne. Es sind in physiologischer Beziehung zwei Gruppen von solchen Elementen zu unterscheiden, die nämlichen,

Digitized by Google

welche die Chemie schon längst unterschieden hat, die Alkalien und die alkalischen Erden. Eine Vertretung findet nur innerhalb jeder Gruppe statt; aus jeder Gruppe muss wenigstens Ein brauchbares Element in der Nährlösung enthalten sein. Dies beweist uns, dass die Stoffe der beiden Gruppen ungleiche Functionen in der lebenden Zelle vollbringen.

Die Salze der alkalischen Erden werden wohl nur als Einlagerungen in die organisirten Substanzen, Plasma und Zellmembran, verwendet, die ich mir als ein Festhaften der Salzmoleküle an der Oberfläche der Albuminat- und Cellulosemicelle denke. Möglicher Weise können beide Funktionen durch jeden der 4 Stoffe Magnesia, Kalk, Baryt und Strontian erfüllt werden. Die in die Albuminate eingelagerten Salze sind Phosphate, und nach Analogie möchte man erwarten, dass in den Sporen vorzüglich Magnesiumphosphat enthalten sei. Aus der bereits angeführten und später beschriebenen Versuchsreihe (Nr. 71) darf man aber wohl schliessen, dass die Sporen ebensowohl das Kalksalz als das Magnesiasalz aufnehmen können, — da die bloss Kalk enthaltende Nährlösung (c) eine ebenso grosse Ernte und ebenso reichliche Sporenmasse ergab wie diejenige mit Kalk und Magnesia (a).

Ob und in wiefern die Membran von der Regel, Kalksalze einzulagern, bei den Pilzen eine Ausnahme zu Gunsten der übrigen alkalischen Erden machen könne, darüber ergiebt sich aus der nämlichen Versuchsreihe keine Gewissheit. Man könnte sogar, wenn man die Ernteergebnisse als massgebend betrachten dürfte, jene Frage verneinen. Da nämlich alle Nährflüssigkeiten, in denen der Kalk mangelte, nicht die Hälfte des Trockengewichts von den beiden kalkhaltigen (a und c) erzeugten, so liesse sich leicht der Grund davon in der mangelhaften Ernährung der

Digitized by Google

Membran beim Fehlen des Kalkes vermuthen, da die mangelhafte Ernährung des Plasmas nicht Schuld daran sein kann.

Während die Salze der alkalischen Erden als Einlagerungen, also eigentlich im festen Zustande, in den Zellen enthalten sind, kommen die Salze der Alkalien wohl nur als Lösung in der freien und in der die organisirten Substanzen durchdringenden Zellflüssigkeit vor. Ihre Funktion dürfte eine doppelte sein. Einmal wirken sie durch ihre blosse Anwesenheit (durch katalytische Kraft oder Contactwirkung), indem ihre molecularen und intramolecularen Bewegungen und die von ihnen ausgehenden Kräfte auf die verschiedenen Lebensprocesse einen begünstigenden oder hemmenden Einfluss ausüben. Ferner mag ein Theil des Alkalis als Stoffträger bei den Umsetzungen dienen, indem sich Säureradikale vorübergehend damit verbinden.

Ueber diese Fragen giebt uns die chemische Untersuchung nur wenig Aufschluss. Wenn wir die Aschenanalysen der Bierhefe auch für die übrigen niederen Pilze als gültig betrachten dürfen, so enthalten dieselben nur phosphorsaure und pflanzensaure Salze, denn die Asche weist bloss Phosphorsäure, Kali, Magnesia und Kalk in wägbarer Menge auf [22]. Und zwar müssen es saure Phospate sein, wie sich aus den relativen Mengen ergiebt, womit auch die Thatsache übereinstimmt, dass die Bierhefe immer eine saure Reaction zeigt.

Ein Theil der Phosphate muss jedenfalls als Salze mit der geringsten Menge von Basis (RH_2PO_4), ein anderer Theil als Salze mit 2 Aeq. Basis (R_2HPO_4) vorhanden

---

22) Die zwei wohl als die zuverlässigsten zu betrachtenden Analysen von Mitscherlich ergaben

	Phosphorsäure	Kali	Magnesia	Kalk	
Oberhefe . .	53,9	39,8	6,0	1,0	= 100,7
Unterhefe . .	59,4	28,3	8,1	4,3	= 100,1

Digitized by Google

sein. Es kann ferner nicht alle Phosphorsäure an Alkalien, ein Theil derselben muss an die alkalischen Erden gebunden sein; denn wenn auch alles Kali als Monokaliumphosphat in Anspruch genommen wird, so bleibt für einzelne Analysen doch noch eine ziemliche Menge von verfügbarer Phosphorsäure.

Mit Berücksichtigung der Aschenanalysen ergiebt sich als die wahrscheinlichste Annahme, dass das Kali als Monokaliumphosphat ($KH_2 PO_4$) und Dikaliumphosphat ($K_2 H PO_4$) in der Zellflüssigkeit gelöst, ferner dass ein Theil der alkalischen Erden als Phosphate im Plasma und ein anderer Theil in Verbindung mit organischen Säuren (z. B. Oxalsäure) in der Zellmembran eingelagert sei.[23])

Wir können uns nun noch die Frage stellen, warum die chemisch einander nahe verwandten Elemente der Alkalien und alkalischen Erden sich physiologisch so ungleich verhalten, warum nur die alkalischen Erden zur Einlagerung dienen, warum nur die einen Alkalien in der Lösung wirksam sind. Der erstere Punkt erledigt sich vielleicht durch die Thatsache, dass die Salze der Alkalien durchweg leicht löslich sind, während diejenigen der alkalischen Erden, die hier in Betracht kommen, schwerer löslich oder unlöslich und daher der Anziehung der organisirten Substanzen eher zugänglich sind.

Was den andern Punkt betrifft, warum Kalium, Rubidium und Caesium, nicht aber Natrium und Lithium als Nährstoffe benutzt werden können, so liesse sich einmal an die wenn auch unwahrscheinliche Möglichkeit denken, dass die Salze der ersteren Elemente leichter durch Membranen und andere organisirte Stoffe hindurchgehen. Diosmotische

23) Diese Einlagerung von Oxalaten ist natürlich nicht zu verwechseln mit dem krystallinischen Vorkommen des oxalsauren Kalkes in und zwischen den Membranen, wie es bei andern Pflanzen bekannt ist.

Digitized by Google

Versuche mit phosphorsaurem Kali ($K_2 H PO_4$) und phosphorsaurem Natron ($Na_2 H PO_4$) ergaben aber, dass unter übrigens gleichen Umständen beide Salze in ganz gleichen Mengen durch eine Membran sowohl gegen Wasser als gegen einander hindurch gehen (Versuch 73).

Der Grund, warum Kalium, Rubidium und Caesium für die bestimmte Ernährungsfunktion bevorzugt sind, muss also in andern Eigenschaften gesucht werden. Ich finde nun zwischen den genannten und den übrigen Alkalien keinen andern Unterschied, der eine physiologische Erklärung für ihr ungleiches Verhalten zu geben vermag, als ihre verschiedene Verwandtschaft zu Wasser. Es scheint mir dieselbe aber vollkommen ausreichend zu sein und um so annehmbarer, als sie nicht bloss jene nährenden Alkalien, gegenüber den nicht nährenden Alkalien, sondern auch gegenüber den alkalischen Erden, als bevorzugt darthut und somit erklärt, warum auch die letzteren, soweit ihre Salze löslich sind, jene nicht ersetzen können.

Die Salze von Kalium, Rubidium und Caesium haben eine viel geringere Verwandtschaft zu Wasser, als die Salze von Natrium, Lithium, Calcium, Magnesium, Baryum und Strontium. Wir erkennen dies schon daraus, dass jene ohne und diese mit Krystallwasser fest werden, und ferner besonders aus der hiemit übereinstimmenden Thatsache, dass jene für 1 Molekül wasserfreies Salz bei der Lösung viel mehr Wärme absorbiren als diese. So beträgt beispielsweise die Lösungswärme für 1 Mol. neutrales schwefelsaures Kali ($K_2 SO_4$) — 6040 Cal. und für 1 Mol. schwefelsaures Natron ($Na_2 SO_4$) + 760 Cal. Das Natronsalz, ebenso wie es mit Wasser crystallisirt, bindet auch in der Lösung eine gewisse Menge Wasser viel fester als das Kalisalz; in Folge der dadurch bewirkten Verdichtung wird Wärme frei und das sich lösende Natronsalz verursacht

Digitized by Google

daher eine beträchtlich geringere Temperaturerniedrigung als das Kalisalz, beziehungsweise selbst eine Temperaturerhöhung wie in dem eben angeführten Fall.

Der Umstand, dass die Salze von Natrium, Lithium und die der alkalischen Erden im gelösten Zustande eine Hülle von festgebundenen Wassermolekülen haben (Hydropleonbildung), macht es nun begreiflich, dass dieselben die nährenden Alkalisalze nicht ersetzen können. Sie sind namentlich für die Contaktwirkung ungeeignet, indem die Wasserhülle des Salzmoleküls sowohl die unmittelbare Annäherung an ein anderes Molekül als auch die Uebertragung der Schwingungen und die Wirksamkeit der anziehenden und abstossenden Kräfte auf dasselbe verhindern oder wenigstens sehr erschweren muss. Auch als vorübergehender Träger von Säureradikalen eignet sich das umhüllte Salzmolekül offenbar weniger gut als das freie Salzmolekül, welches in unmittelbare Berührung treten und seine Verwandtschaft kräftiger geltend machen kann. Desswegen werden Kalisalze von der Ackerkrume und von organisirten Substanzen viel energischer festgehalten als die Natronsalze; die letzteren sind durch ihre Wasserhüllen verhindert, anderweitigen Anziehungen in sehr wirksamer Weise zu folgen.

Zum Schluss scheint es nicht überflüssig, eine kurze Betrachtung über die absoluten und relativen Mengen der einer Nährlösung zuzusetzenden mineralischen Nährstoffe anzustellen, da in dieser Beziehung nicht immer rationell verfahren wird. Zur Beurtheilung stehen nur die Aschenanalysen der Bierhefe zu Gebote. Wir dürfen in derselben als mittleren Werth 7 Proz. Asche annehmen und 0,7 Proz. Schwefel, der nicht in der Asche erscheint. Die Nährsalze müssten, um diesem Verhältniss zu entsprechen, so bemessen werden, dass eine Lösung von Kohlenstoff- und Stickstoff-

Digitized by Google

haltigen Verbindungen, die muthmasslicher Weise 1 g Pilzsubstanz (trocken gewogen) giebt, 0,0077 g der nothwendigen Mineralstoffe enthält. Da indess die Pilzzellen aus einer sehr verdünnten Lösung die Verbindungen weniger leicht aufnehmen können, so sind besonders in Nährflüssigkeiten, die geringe Mengen von organischen Stoffen enthalten und daher nur eine geringe Ernte versprechen, die aschegebenden Theile in höheren Verhältnissen zuzusetzen.

Die Pasteur'sche Nährflüssigkeit besteht aus 100 ccm Wasser, 10 g Rohrzucker, 0,1 g weinsaurem Ammoniak und Asche von 1 g Hefe (also c. 0,07 g). Da aus 0,1 g weinsaurem Ammoniak, wenn der ganze Stickstoffgehalt zur Ernährung verwendet wird, sich nicht mehr als 0,095 g Albumin oder 0,13 bis 0,17 g Sprosshefe sowie überhaupt junger Pilzmasse bilden können, welche 0,009 bis 0,012 g Asche geben, so enthält jene Nährflüssigkeit das 6 bis 7,7-fache der Aschenmenge, welche im günstigsten Falle von den Pilzen aufgenommen werden kann. Das wirkliche Erntegewicht bei dem Versuche Pasteur's betrug 0,043 g; in demselben konnte also nur der 23. Theil der zugesetzten Asche Verwendung gefunden haben. — Da ferner die Hefenasche schwefelfrei ist, so können die Pilze nur gedeihen, insofern sie den nöthigen Schwefel in den Verunreinigungen des Zuckers finden. Es ist daher jedenfalls empfehlenswerth, der obigen Nährlösung ein Sulfat zuzusetzen. Auch wäre es zweckmässig, den Ammoniakgehalt zu vermehren und, insofern nicht Gärung eintreten soll, den Zuckergehalt zu beschränken.

Als Normalnährflüssigkeit aus Zucker, Ammoniak und Asche, die sich für die meisten ohne Gärung verlaufenden Kulturversuche eignet, kann folgende bezeichnet werden:

Wasser 100 ccm, Zucker 3 g, Ammoniaktartrat 1 g, mit Phosphorsäure neutralisirte Asche von Erbsen, Weizen-

Digitized by Google

körnern oder Cigarren 0,4 g, oder Hefenasche in etwas geringerer Menge.[24])

Da in dieser Nährlösung sich im günstigen Falle 0,5 g und mehr Pilzmasse bilden können, so ist die Aschenmenge nicht zu hoch angesetzt, in Anbetracht dass dieselbe sich oft langsam löst, und dass sie nicht die nämliche Zusammensetzung wie die Asche der entstehenden Pilze besitzt. Aus diesen Gründen ist es aber zweckmässiger, statt wirklicher Asche, die Mineralsalze für die Bereitung der Nährflüssigkeit zu verwenden. 1 g Hefe enthält 0,07 g (schwefelfreie) Asche und darin 0,042 g Phosphorsäure ($P_2 O_5$), 0,028 g Kali, 0,005 g Magnesia und 0,0028 g Kalk. Danach muss die Menge und Beschaffenheit der zuzusetzenden Salze bemessen werden. Von Adolf Mayer wurde schon im Jahr 1869 als Normalmischung empfohlen: 0,1 g saures phosphorsaures Kali ($KH_2 PO_4$), 0,01 g dreibasisch phosphorsaurer Kalk ($Ca_3 P_2 O_8$) und 0,1 g schwefelsaure Magnesia ($Mg SO_4$). Er bezeichnet als bestnährende Lösung für Sprosshefe:

Wasser 100 ccm, Zucker 15 g, salpetersaures Ammoniak 1 g, $KH_2 PO_4$ 0,5 g, $Ca_3 P_2 O_8$ 0,05 g, $Mg SO_4$ 0,25 g (oder crystallisirte schwefelsaure Magnesia 7 H_2O enthaltend 0,5 g).

In dieser Nährflüssigkeit könnten sich im günstigsten Fall, wenn nämlich alles Ammoniak für Albuminbildung

---

24) Bezüglich der Wahl dieser Aschen, ist zwar die Cigarrenasche am leichtesten zu beschaffen, ernährt aber, wie es scheint, am wenigsten gut. Bei einem zur Vergleichung angestellten Versuch (1876) bestand die Nährflüssigkeit aus 100 ccm Wasser, 10 g Zucker, 0,1 g neutralem weinsaurem Ammoniak. Drei Proben erhielten **a** 0,04 g Hefenasche und 0,033 g $K_2 SO_4$, — **b** 0,06 g mit Phosphorsäure neutralisirte Cigarrenasche, — **c** 0,04 g mit Phosphorsäure neutralisirte Erbsenasche. Die Spaltpilzvegetation war in **a** und **c** äusserst reichlich und fast gleich, in **b** ebenfalls reichlich aber doch merklich geringer.

Digitized by Google

verwendet würde (wozu bei Sprosshefe die Salpetersäure untauglich ist), 3 bis 4 g Sprosshefe bilden, welche den 2,3. bis 1,7. Theil der vorhandenen Mineralstoffe in Anspruch nehmen. Da sich in Wirklichkeit kaum 1 g Hefe bildet, so verbraucht dieselbe nicht mehr als $^1/_7$ der dargebotenen Salze, die übrigens in richtigem Verhältniss gemengt sind. Nur wird sich der phosphorsaure Kalk sehr langsam lösen; er wurde später als überflüssig weggelassen.

Cohn bediente sich für Spaltpilzkulturen der von A. Mayer angegebenen Mischung, aus welcher er jedoch den Zucker wegliess, da sich, wie er behauptet, diese Aenderung günstig erweisen soll.[25]) Dadurch gestaltet sich seine „normale Bacteriennährflüssigkeit" (1872) folgender Massen:

Wasser 100 ccm, weinsaures Ammoniak 1 g, KH_2PO_4 0,5 g, $Ca_3P_2O_8$ 0,05 g, $MgSO_4$ 0,25 g.

In dieser Nährlösung ist durch Weglassung des Zuckers das Verhältniss zwischen der Kohlenstoffquelle und den Mineralstoffen in bedenklicher Weise verrückt. 1 g weinsaures Ammoniak giebt, wenn keine anderen nährenden Kohlenstoffverbindungen zugegen sind, wie die Versuche erweisen, kaum mehr als 0,1 g organische Substanz, weil weitaus der grösste Theil der Weinsäure verbrannt wird; ohne diesen Verbrennungsprocess können die Pilze, bei Ausschluss von Zucker oder einer anderen leicht vergärenden

25) Die beobachtete günstige Wirkung des Zuckermangels mag in einzelnen Fällen dadurch bedingt sein, dass bei Anwesenheit von Sprosspilzen reichlichere Mengen von Zucker diese gegenüber den Spaltpilzen begünstigen, oder dass für solche Spaltpilze, die sich dem Fluss- oder Sumpfwasser angepasst haben, die 15 g Zucker auf 100 Wasser der Mayer'schen Nährflüssigkeit eine zu concentrirte Lösung darstellen. Im Allgemeinen aber befördert der Zusatz von Zucker ganz auffallend das Wachsthum der Spaltpilze, und es ist im ersten der angeführten beiden Fälle bloss für Reinkultur der Spaltpilze zu sorgen und im zweiten der Zuckergehalt auf 2 bis 4 Prozent zu beschränken.

Digitized by Google

Verbindung, die Weinsäure gar nicht assimiliren. 0,1 g Pilzmasse enthält etwa 0,007 g Asche, und es kann die Pilzvegetation nicht mehr als etwa 1/70 der in der Nährlösung befindlichen Mineralsalze assimiliren. — Ferner ist zu berücksichtigen, dass jedes Salz, das in einiger Menge gelöst ist, nachtheilig auf die Ernährung der Pilze und bei Spaltpilzkulturen in erhöhtem Grade nachtheilig wirkt, wenn es ein saures Salz und wenn die Nahrung schwer assimilirbar ist. Desswegen halte ich 0,5 Prozent des sauren Phosphats mit 1 Prozent Ammoniaktartrat für eine wenig geeignete Combination.

Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass die angegebene Nährlösung ganz unbrauchbar sei; für viele gröbere Versuche, bei denen es sich nur darum handelt, gewöhnlichere und zähere Formen von Spaltpilzen in irgend einer albuminat- und zuckerfreien Nährlösung zu kultiviren, mag sie genügen. Sie könnte aber bei vergleichenden Versuchen, bei Bestimmung der Grenzen, wo die Ernährungsfähigkeit aufhört, bei Züchtungen empfindlicherer Spaltpilzformen z. B. von Krankheitspilzen und bei Züchtungen stärkerer Formen unter ungünstigen anderen Bedingungen, z. B. auch bei höherer Temperatur, den Beobachter durch eine minimale oder ganz ausbleibende Vermehrung der Pilze leicht irre führen.

Nicht besser ist die Nährflüssigkeit, welche bei dem Aufsehen erregenden Schüttelversuche Horvath's diente, und deren Zusammensetzung in Paris als Geheimniss behandelt wurde, über dessen Entwendung Klage zulässig sei. Sie besteht aus:

Wasser 100 ccm, weinsaures Ammoniak 1 g, KH_2PO_4 0,5 g, Magnesiumsulfat (wahrscheinlich ist das crystallisirte Salz $MgSO_4 + 7H_2O$ gemeint) 0,5 g, $CaCl_2$ 0,05 g [26]).

26) Ich habe schon früher (Theorie der Gärung) die Mischung als unzweckmässig bezeichnet.

Digitized by Google

Für Kultur von Sprosshefe ist die Mayer'sche Normallösung ganz geeignet, weil die Sprosspilze in einer schwach sauren Flüssigkeit vortrefflich gedeihen und selber saure Salze in ihre Substanz aufnehmen. Für Spaltpilze dagegen, welche im Allgemeinen in alkalisch reagirenden Flüssigkeiten am lebhaftesten sich entwickeln und deren Wachsthum, besonders wenn Albuminate und Zucker mangeln, in manchen Fällen schon durch schwach saure Reaction gehemmt wird, muss eine Normallösung neutral sein. Ich habe daher, als ich die Verwendung von Asche aufgab (1876), mich folgender Mischung von Mineralsalzen bedient:

A. Dikaliumphosphat (K_2HPO_4) 0,1035 g, Magnesiumsulfat ($MgSO_4$) 0,016 g, Kaliumsulfat (K_2SO_4) 0,013 g, Chlorcalcium ($CaCl_2$) 0,0055 g (auf 100 ccm Wasser und 1 g weinsaures Ammoniak).

Diese Salze enthalten die Elemente Phosphor, Schwefel, Magnesium und Calcium in dem richtigen Verhältniss. Dagegen ist Kali in beträchtlichem Ueberschuss vorhanden, nämlich 0,063 statt 0,028 g. Dieser Ueberschuss bringt aber keinen Nachtheil, weil die geringen Mengen von freiwerdendem Kali als Carbonat in der Lösung enthalten sind und die alkalische Reaction etwas verstärken, in einzelnen Fällen auch organische Säuren neutralisiren.

Später wurde das Kalium im Sulfat durch Ammonium (NH_4) ersetzt, sodass die Mischung sich nun folgender Massen gestaltete:

B. K_2HPO_4 0,1 g, $MgSO_4$ 0,016 g, $(NH_4)_2SO_4$ 0,017 g, $CaCl_2$ 0,0055 g.

und noch später wurde dieser Posten ganz weggelassen und die Mischung vereinfacht auf

C. K_2HPO_4 0,1 g, $MgSO_4$ 0,02 g, $CaCl_2$ 0,01 g.

In der Wirkung der Mischungen A, B, C war übrigens kein Unterschied bemerkbar. Dieselben dürften in allen Fällen, wo die Mineralstoffe nicht schon mit der organischen

Substanz in die Nährflüssigkeit kommen, wie dies z. B. beim Fleischextract der Fall ist, sich als brauchbar erweisen. Ist dagegen saure Reaction zulässig oder wünschbar, so kann das saure Phosphat angewendet werden:

D. KH_2PO_4 0,1 g, $MgSO_4$ 0,02 g, $CaCl_2$ 0,01 g.

Was die absolute Menge der Mineralstoffe in den Nährlösungen betrifft, so hängt dieselbe natürlich von der Menge der Verbindungen ab, welche organische Substanz bilden; sie kann zu niedrig, aber auch, wie ich bereits bemerkt habe, zu hoch gegriffen werden. Im Allgemeinen gilt die Regel, dass die Pilzzellen gelöste Stoffe sich um so leichter aneignen, in je grösserer Menge dieselben vorhanden sind; dass aber alle Nährsalze von einem gewissen Concentrationsgrad an einen merkbaren schädlichen Einfluss auf das Leben ausüben. Das Optimum ihrer Concentration liegt also wenig unter diesem Grad, und ist je nach der Beschaffenheit der Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen sehr ungleich, indem Lösungen mit Albuminaten (Peptonen) oder Zucker grössere Mengen von Nährsalzen ertragen als solche, die bloss ein Ammoniaksalz oder Asparagin enthalten.

Besonders kann bei Anwesenheit von Zucker das Kaliumphosphat in erheblichen Mengen mit günstigem Erfolge angewendet werden, wie sich dies beispielsweise aus folgendem Versuche (1875/6) ergiebt.

65 a. Auf 100 ccm Wasser 10 g Zucker, 0,5 g neutrales weinsaures Ammoniak, 0,7 g Citronensäure, etwas mit Phosphorsäure gesättigte Erbsenasche.

b. Ebenso mit 0,1 g Dikaliumphosphat.

c. Ebenso mit 0,5 g K_2HPO_4.

d. Ebenso mit 5 g K_2HPO_4.

Die 4 Nährlösungen wurden mit einer geringen Menge Bierhefe, die beinahe spaltpilzfrei war, besäet. Die Vegetation verlief in d am lebhaftesten, in a am trägsten. Der Zucker verschwand zuerst in d, zuletzt in a (nach 16 Tagen).

Die Sprosshefenzellen waren in a am kleinsten, in b deutlich grösser, in c und d sehr gross. Aber das phosphorsaure Kali hatte auf die Entwickelung der Spaltpilze einen noch viel günstigeren Einfluss als auf die Sprosspilze. a enthielt am Schluss zahlreiche Sprosspilze und wenig Spaltpilze; b etwas weniger Sprosspilze als a und ziemlich viel Spaltpilze; c viel weniger Sprosspilze als b, aber sehr viel Spaltpilze; d nur wenig Sprosspilze und äusserst zahlreiche Spaltpilze. In Uebereinstimmung mit diesem mikroskopischen Befunde war in a keine, in d sehr viel Milchsäure gebildet worden. Die Gewichtsbestimmung der Trockensubstanz der Ernte hatte wegen der ungleichen Vegetation keinen Werth.

Die günstige Wirkung einer grösseren Menge von phosphorsaurem Kali auf die Sprosshefe ergiebt sich auch aus dem unten angeführten Versuche (Nr. 70), wo 2 Prozent K_2HPO_4 ein grösseres Erntegewicht ergaben als 1 Prozent, nämlich die 12 fache Vermehrung der Aussaat gegenüber der 10 fachen Vermehrung.

Von schlecht nährenden Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen darf in vielen Fällen nur eine verdünnte Lösung angewendet werden, von Ammoniaksalzen (mit einer organischen Säure), wenn dieselben allein vorhanden sind, im Allgemeinen nicht mehr als 1 Prozent. Da sich in einem solchen Falle bloss etwa $^1/_{10}$ des Gewichts in Pilzsubstanz umwandelt, so bedarf es dazu nur äusserst geringer Mengen von Mineralstoffen. Da aber dieselben in so weit gehenden Verdünnungen dem Wasser nur schwer von den Pilzzellen entzogen werden, so müssen sie in beträchtlich grösseren Mengen den Nährflüssigkeiten zugesetzt werden. In den obigen Mischungen A und B ist durchgehends (mit Ausschluss von Kali) der 10 fache Betrag von dem, was die Pilzvegetation muthmasslich aufnehmen kann, angesetzt, in C für die Salze $MgSO_4$ und $CaCl_2$ wegen der geringeren absoluten Mengen ein noch höherer Betrag. Letztere Com-

Digitized by Google

bination dürfte wohl für die Mehrzahl der Fälle als Optimum zu bezeichnen sein. Die Normalnährflüssigkeit für Spaltpilze bei Anwendung eines Ammoniaksalzes ist demnach übereinstimmend mit C:

I. Wasser 100 ccm, weinsaures Ammoniak 1 g, K_2HPO_4 0,1 g, $MgSO_4$ 0,02 g, $CaCl_2$ 0,01 g.

Hierin kann das weinsaure Ammoniak durch gleiche Mengen von essigsaurem Ammoniak, milchsaurem Ammoniak, citronensaurem Ammoniak, bernsteinsaurem Ammoniak u. s. w. oder von Asparagin, Leucin u. s. w. ersetzt werden.

Bei Anwendung von besseren Kohlenstoff- und Stickstoff-haltigen Nährsubstanzen ist es zweckmässig, die Mineralstoffe zu vermehren. Als Normalnährflüssigkeiten für Spaltpilze können noch folgende zwei gelten:

II. Wasser 100 ccm, Eiweisspepton (oder lösliches Eiweiss) 1 g, K_2HPO_4 0,2 g, $MgSO_4$ 0,04 g, $CaCl_2$ 0,02 g.

III. Wasser 100 ccm, Rohrzucker 3 g, weinsaures Ammoniak 1 g, Mineralstoffe wie in II.

Statt 1 g weinsaures Ammoniak kann in III die gleiche Menge eines andern organischen Ammoniaksalzes oder 0,5 g salpetersaures Ammoniak oder 0,7 g Asparagin oder 0,4 g Harnstoff verwendet werden.

In den drei letzten Nährlösungen können die mineralischen Nährsalze durch Asche ersetzt werden und zwar am besten durch eine kalireiche Asche. Dieselbe muss mit Phosphorsäure gesättigt werden. Auf 100 ccm Lösung bedarf es für I 0,2 g, für II und III 0,4 g Asche.

Es giebt Spaltpilze, für welche die unter II und III angegebenen Nährlösungen mit Vortheil in ihrer Concentration erhöht werden; andere dagegen (besonders Krankheitspilze), die in einer verdünnteren Lösung besser gedeihen und für welche daher die in 100 Wasser enthaltenen Gewichtsmengen zweckmässig auf $^2/_3$ oder $^1/_2$ herabgesetzt werden. Die Nährflüssigkeiten II und III sind äquivalent der Nor-

Digitized by Google

mallösung von 1 Proz. Liebig'schem Fleischextract, welche für die Kultur der nämlichen Pilze weniger günstig sich erweist als eine 0,5 proz. Lösung. 1 g Fleischextract enthält im Mittel 0,2 g Aschenbestandtheile und 0,6 g lösliche organische Verbindungen.

Dagegen zeigt sich die nachtheilige Wirkung einer zu geringen Menge von Mineralstoffen bei guter Kohlenstoffnahrung deutlich aus den oben unter Nr. 52 angeführten Versuchen, wo die Sprosshefe in einer Nährlösung, die in 100 ccm Wasser 10 g Zucker, 0,5 g weinsaures Ammoniak, 0,035 K_2HPO_4, 0,006 $MgSO_4$, 0,0061 $(NH_4)_2SO_4$ und 0,0015 $CaCl_2$ enthielt, nur mit Durchleitung von Luft sich vermehrte, ohne Durchleitung von Luft dagegen sehr geringe Zunahme oder selbst Abnahme ihrer Albuminate erfuhr.

Die folgenden Versuche wurden von Dr. O. Löw ausgeführt und beschrieben.

66. Ernährung mit Rubidiumsalzen bei Schimmelpilzen. Bei dieser Versuchsreihe (Mai 78) wurde eine Nährlösung von folgender Zusammensetzung verwendet:

Wasser	500	g
Diammontartrat	4	
Zucker	4	
Weinsäure	4	
Diammonphosphat	3,2	
Magnesiumsulfat	0,08	
Ammonsulfat	0,08	
Calciumchlorid	0,04	

Während diese Lösung beim Kolben a keinen Zusatz von Salzen fixer Alkalien erhielt, wurde sie beim Kolben b mit 1,2 g Mononatriumtartrat, bei c mit der aequivalenten Menge des Kalium- bei d des Rubidium-

Digitized by Google

salzes versehen (also mit 1,36 g des ersteren und 1,68 g des letztren). Die ausgesäten Schimmelsporen entwickelten sich auf allen vier Lösungen, doch ungleich rascher bei c und d als bei a und b, welch' letztre auch weit weniger fructificirten.

Die Ernte betrug nach 7 Wochen bei:

		Stickstoffgehalt:
a . . .	0,520 g . . .	4,24 Prozent
b . . .	0,575 . . .	4,03
c . . .	1,359 . . .	5,42
d . . .	1,237 . . .	5,48

Während bei a und b der getrocknete Schimmel sehr zähe und kaum in der Porcellan-Schale zu zerreiben war, vielleicht in Folge des grösseren Cellulosegehaltes, war er bei c und d äusserst leicht zum feinsten Pulver zerreiblich. Der Stickstoffgehalt bei c und d war wie die Analyse ergab nahezu gleich und nicht unbeträchtlich höher als bei a und b. Einen misslichen Umstand bei diesem Versuche bildete die Schwierigkeit, Zucker gänzlich frei von jeder Spur Kali zu erhalten. Die niedern Pilze können aber erstaunlich geringe Mengen von Mineralstoffen haushälterisch verwerthen und darauf beruht auch sicherlich, dass bei a und b sich überhaupt Schimmelvegetation entwickeln konnte. In der That liessen sich in der Asche dieser Ernten minimale Mengen Kali deutlich nachweisen, ein Umstand, welcher die Nothwendigkeit von Kontrollversuchen klar darlegt.

67. Ernährung mit Rubidiumsalzen bei Spaltpilzen. Dieser Versuch wurde gleichzeitig mit dem vorhergehenden angestellt und auch dieselben Nährlösungen verwendet, mit dem Unterschiede jedoch, dass mit Ammoniak neutralisirt wurde. Die Menge der Nährflüssigkeit betrug je 125 ccm. Die Spaltpilze entwickelten sich der eintretenden Trübung nach zu urtheilen am schnellsten in der Rubidiumnährlös-

Digitized by Google

ung; denn nach 5 Tagen war diese bereits ziemlich trübe, während bei der Kaliumnährlösung erst schwacher Anfang hierzu gemacht war. Nach weiteren fünf Tagen war bei der Rubidiumlösung eine starke grünliche Fluorescenz aufgetreten, die sich in etwas schwächerem Grade auch bei der Kalium-, gar nicht aber bei der Natrium- und Ammonium-Nährlösung zeigte. Diese beiden Lösungen waren schon ganz trüb, während diejenige mit Natriumtartrat und diejenige ohne fixe Alkalien noch klar blieben. Später indess trübten sie sich ebenfalls und diejenige mit Natriumtartrat nahm auch eine schwach gelbgrünliche Färbung an. Schliesslich waren die Pilze in allen 4 Lösungen reichlich entwickelt. Die in einer gewissen Zeit durch Oxydation verschwundene Menge organischer Substanz hätte hier ein Maass der Entwicklung und Lebensenergie geben können, indess als nach 7 Wochen diese Bestimmung vorgenommen werden sollte, zeigte es sich, dass dieser Zeitraum bereits ein zu langer und der Verbrennungsprocess in allen 4 Flaschen dem Ende nahe war.

68. Ernährung mit Rubidiumsalzen bei Sprosspilzen. (Mai 78.)

Hiezu diente folgende Nährlösung:

a)	Wasser	700 g
	Zucker	60
	Ammonsulfat . . .	1
	Diammonphosphat . .	10
	Mono-Ammontartrat .	5
	Magnesiumsulfat . .	0,08
	Calciumchlorid . . .	0,03

Beim Kolben b wurde das Ammontartrat durch die aequivalente Menge des Natriumsalzes, bei c des Kalium- und bei d des Rubidiumsalzes ersetzt. Nach 12 Stunden wurden noch 40 g Zucker zugefügt. Die Gärung fand im

Digitized by Google

Brütkasten bei constantem Luftstrom statt. Nach 26 Stunden wurde absetzen lassen und der Versuch beendet. Es ergab sich bei einer Aussaat von 0,650 g frischer Bierhefe Ernte bei:

a . .	0,674 g
b . .	0,689
c . .	0,862
d . .	1,001

Also auch hier konnte Rubidium die Function des Kaliums nicht nur übernehmen, sondern in höherem Grade ausüben. Der Stickstoffgehalt der Rubidiumhefe betrug 8,34 Prozent; auch wurde das Rubidium in der Asche dieser Hefe nachgewiesen.

69. Ernährung mit Rubidium- und Caesiumsalzen bei Schimmelpilzen (Mai 1879).

Da bei den vorhergehenden Versuchen (66, 67 und 68) die Nährlösungen mit Ammon- und Natriumsalzen ziemlich reichliche Vegetationen ergeben hatten, was möglicher Weise auf Rechnung der Verunreinigung der übrigen Nährstoffe namentlich des Zuckers kam, so wurden jetzt nur Substanzen verwendet, welche leicht kalifrei zu erhalten sind und ferner die Glaskolben durch cylindrische gut verzinnte Blechgefässe ersetzt. Das Resultat war denn in der That erheblich verschieden und die Ernten bei mangelndem Kalizusatz relativ weit unbedeutender.

Die Nährlösung besass folgende Zusammensetzung:

Wasser	500
Glycerin	20
Ammonacetat . . .	5
Ammonsulfat . . .	0,1
Diammonphosphat . .	2,0
Magnesiumsulfat . .	0,08
Calciumchlorid . . .	0,03
Essigsäure	4,0

Von den fünf mit dieser Nährlösung versehenen Gefässen erhielt:

a) keinen weiteren Zusatz,
b) 0,6 Mononatriumtartrat,
c) die aequivalente Menge des Kaliumsalzes (0,7 g)
d) „ „ „ „ Rubidiumsalzes (0,9 g)
e) „ „ „ „ Caesiumsalzes (1,1 g)

Nach 2 Wochen war der Unterschied von a und b einerseits und c, d und e andrerseits sehr auffällig geworden; letztre drei Gefässe schienen nahezu gleichgrosse Schimmelrasen zu haben, die bereits kräftig entwickelt waren, während bei a und b sich nur kümmerliche Anfänge zeigten. Nach drei Wochen betrug die Ernte bei:

a . .	0,292 g
b . .	0,081
c . .	1,396
d . .	2,233
e . .	2,280

Es ergiebt sich hieraus auf's entschiedenste, dass Rubidium und Caesium das Kalium bei den Schimmelpilzen vortheilhaft zu ersetzen vermögen. Natrium vermag dieses nicht und sind den Ernten bei a und b sicherlich wieder Spuren von Kali in der Nährlösung zuzuschreiben.

99,f. Auch Lithium vermag nicht das Kalium zu ersetzen, denn bei einem Versuche mit einer 3 Prozent Ammonacetat enthaltenden Nährlösung, in der Lithium- statt des Kaliumphosphats vorhanden war, entwickelte sich selbst nach 6 Wochen keine Spur von Schimmel.

70. Vermehrung des Kaliumphosphats bei der Kultur von Sprosshefe (April 1878). Da bei früheren Versuchsreihen mit Sprosshefe verhältnissmässig geringe Mengen des Dikaliumphosphats verwendet, später aber eine erhebliche Steigerung der Ernten bei der Vermehrung dieses Salzes beobachtet worden war, so schien es von Interesse,

Digitized by Google

nähere quantitative Angaben über den Einfluss dieser Steigerung zu erhalten. Gleichzeitig damit wurde ein Versuch mit gesteigerter Ammoniakmenge gemacht.

Die Nährlösung a bestand aus:

Wasser	200	g
Zucker	20	
Diammontartrat . .	1	
Dikaliumphosphat .	2	
Magnesiumsulfat .	0,012	
Ammoniumsulfat .	0,013	
Calciumchlorid . .	0,003	

Bei b war die Menge des Kaliumsalzes auf das Doppelte vermehrt, bei c aber gleichzeitig dieses und das Ammontartrat auf's Doppelte. Die Kolben wurden mit je 0,566 g Trockensubstanz entsprechender Hefemenge beschickt und im Brütkasten mit einem continuirlichen Luftstrom behandelt. Nach 12 Stunden war die Gärung beendet und zeigte die Hefe bereits beträchtliche Zunahme. Die Reaction war schwach sauer. Das Volum der Nährlösung wurde nun auf $^{1}/_{2}$ Liter erhöht und nach wieder vollendeter Gärung auf 1 Liter. Da bereits Spaltpilze sich einzustellen begonnen hatten, wie das Microscop erwies, so wurden die Ernten jetzt bestimmt. Es ergab sich bei

a = 5,56 g = 9,82 faches der Aussaat [27])
b = 6,41 g = 11,32 „ „ „
c = 6,77 g = 11,92 „ „ „

Da die Dauer der Gärungszeit nur 64 Stunden betrug, so ist diese Zunahme gegen frühere Versuche mit geringeren Phosphatmengen eine sehr bedeutende zu nennen.

---

27) Die Hefe a war locker und klumpig, b und c aber schlammig wie normale Bierhefe. Unter dem Microscope zeigte c mit sehr grossen Zellen die beste Entwicklung.

Digitized by Google

Ferner ergiebt sich, dass die Erhöhung des Phosphats von 1 Prozent auf 2 bei diesem Versuch eine Vermehrung von 0,85 g im Gefolge hatte, die gleichzeitige Vermehrung des Phosphats und des Ammonsalzes eine solche um 2,21 g. Diese Mengen erscheinen gegenüber der Zunahme in allen 3 Fällen nur unbedeutende.

Von der Hefe c wurde eine 1,51 g Trockensubstanz entsprechende Menge in je 1 Liter Nährlösung (c) vertheilt, und die erste Flasche bei 15—18°, die zweite bei 28—30° mit einem continuirlichen Luftstrom behandelt; erstre gab eine Verdoppelung der Aussaat in 42 Stunden, letztre bereits in 18. Unerwähnt kann jedoch nicht bleiben, dass auch bei diesen so günstigen Resultaten allmälig Spaltpilze auftraten und nach jeder Erneuerung der Nährlösung zunahmen.

71. Ernährung mit Kalk, Baryt, Strontian und Magnesia bei Schimmelpilzen (Juni 1879).

Die Ersetzbarkeit der Kaliumsalze durch Rubidiumsalze bei den niedern Pilzen liess vermuthen, dass hier auch ein Ersatz des Calciums durch Magnesium, Baryum oder Strontium möglich sei. Der Versuch hat dieses im Allgemeinen bestätigt, wenn auch die Erntemengen in den verschiedenen Fällen sehr von einander abwichen. Zu den Versuchen diente Schimmel — wie immer Penicillium — welcher auf je ½ Liter einer 3 prozentigen Nährlösung von essigsaurem Ammoniak ausgesät wurde, welch' letztres sehr leicht frei von allen fixen Mineralstoffen zu erhalten ist. Dikaliumphosphat war überall gleichviel vorhanden, nämlich 0,1 Prozent. Als Schwefelquelle diente u n t e r s c h w e f e l s a u r e s [28]) Ammon (0,04 Prozent) da die Schwefelsäure wegen des vergleichenden Versuchs mit Baryumsalzen vermieden werden musste. Um

28) Aus Sulfiten und Hyposulfiten vermag der Schwefel ebensogut als aus Sulfaten assimilirt zu werden, wahrscheinlich auch aus Sulfosäuren; dagegen nicht aus Sulfoharnstoff und Rhodanammonium.

Digitized by Google

Spaltpilze auszuschliessen war anfänglich mit 1 Prozent Essigsäure angesäuert worden; da aber diese Menge bei solch' schlechten Nährstoffen auch für Schimmel antiseptisch wirkte, so wurde nach 2 Wochen die Säure zu dreiviertel mit titrirter Ammonflüssigkeit abgestumpft, worauf dann Schimmel sich entwickelte.

Die Normallösung erhielt 0,016 Prozent $MgCl_2$
und 0,006 Prozent $CaCl_2$

womit dann Lösungen mit Abwesenheit dieser Nährsalze und Ersatz des Ca durch Ba und Sr bei An- und Abwesenheit von Magnesiumsalz verglichen wurden. Die folgende Tabelle erläutert diese Combinationen (a—h). Da wo nur Calcium und nur Baryum vorhanden war, stellte sich eine Rothfärbung der Flüssigkeit ein, auch hatten sich hier nächst der Normallösung die meisten Sporen gebildet, während bei den übrigen die Sporenbildung nur sehr gering war oder fehlte. Die Sporen hatten überall eine röthliche Färbung.

Die nach 7 Wochen gesammelte und getrocknete Ernte betrug bei:

a)	Mg,	Ca . .	0,498 g
b)	Mg,	— . .	0,153
c)	—	Ca . .	0,491
d)	—	— . .	0,026
e)	Mg,	Ba . .	0,201
f)	Mg,	Sr . .	0,190
g)	—	Ba . .	0,216
h)	—	Sr . .	0,103

Es ergiebt sich hieraus, dass bei Abwesenheit von alkalischen Erden bei d sich nur eine Minimalmenge Schimmel entwickelte [29]), und dass jene 4 Elemente sich bei den Schimmel-Pilzen zu einem gewissen Grade vertreten können.

29) Vielleicht in Folge der haushälterischen Verwerthung der in den ausgesäten Sporen enthaltenen Mineralstoffe.

Digitized by Google

72. Ausschluss von Chlor und Schwefel bei Schimmelpilzkulturen. Als Nährmittel wurde Ammonacetat angewendet. Im einen und andern Falle entwickelte sich eine nicht unerhebliche Schimmelvegetation. Die Vermuthung jedoch, als sei bei dem Ausschluss von Schwefel auch ein schwefelfreier Proteinkörper entstanden, bewahrheitete sich nicht; denn die Ernte gab mit schwacher Kalilösung erwärmt, nach dem Ansäuern, auf einem darüber gehängten mit Bleiessig getränkten Papierstreifen sofort eine deutliche Reaction auf Schwefelwasserstoff zu erkennen.[30]) Entweder haben hier kaum nachweisbare Spuren von Sulfaten in den verwendeten Nährsubstanzen eine Rolle gespielt oder es fanden aus der Luft Spuren von Schwefelwasserstoff ihren Weg in die mit Baumwollpfropf verschlossenen Kolben, die dann zur Assimilation dienten.

73. Diosmose von Kalium- und Natrium-Phosphat. Bei den Fragen, die wir uns über die physiologische Rolle der Mineralstoffe vorlegten, schien es wünschenswerth, über die relative Schnelligkeit der Diosmose des Kalium- und Natriumphosphats in verdünnter Lösung einige Versuche anzustellen.

5 g Dikaliumphosphat, in 200 cc Wasser gelöst wurden in einem cylindrischen, oben offenen, unten mit Pergamentpapier verbundenen Gefäss 36 Stunden bei 18—20° diosmiren lassen. Das in die äussere Flüssigkeit übergegangene Phosphat betrug nach dem Abdampfen und Glühen 1,850 g, entsprechend 1,951 g K_2HPO_4. Das Diaphragma hatte 44,1 qcm also waren per Stunde und Quadratcentimeter 0,00126 g diosmirt.

---

30) Auf diese Weise lässt sich auch der Schwefelgehalt des Spaltpilzproteins unzweifelhaft darthun. Schon sehr kurze Erwärmung der Pilze mit sehr verdünnter Kalilösung reicht hin, den Schwefel theilweise abzuspalten.

Digitized by Google

In ganz gleicher Weise wurde der Versuch mit der aequivalenten Menge Dinatriumphosphat angestellt und die Menge des per Stunde und Quadratcentimeter diosmirten Na_2HPO_4 zu 0,00133 g gefunden. Das moleculare Verhältniss des diosmirten Kalium- und Natriumsalzes ist daher 1 : 1,291. Im Anschluss hieran fragte es sich, wie sich die Diosmose dieser Salze gegeneinander gestalten würde. Es wurde desshalb eine Lösung von 5 g Dikaliumphosphat in 200 cc Wasser in den Dialysator (40 qcm) gegeben und gegen 200 cc Lösung der aequivalenten Menge Dinatriumphosphat diosmiren lassen. Die übrigen Verhältnisse (Zeit und Temperatur) waren genau dieselben wie oben. Aus der äussern Flüssigkeit wurde nachher erhalten: 2,679 Kaliumplatinchlorid. In der innern Flüssigkeit wurde der Gesammtglührückstand bestimmt und davon die darin enthaltene Phosphorsäure und Kali abgezogen. Aus der Differenz berechnete sich die Menge des Dinatriumphosphats zu 0,957 g. Es war also per Stunde und Quadratcentimeter 0,000666 g Dikaliumphosphat nach aussen und 0,000662 g Dinatriumphosphat nach innen diosmirt. Die Diosmose war also hier noch einmal so langsam wie oben, und als moleculares Verhältniss ergiebt sich 1 : 1,217.

Nachtrag zur Sitzung vom 7. Februar 1880.

Herr v. Nägeli übergiebt und bespricht nachstehende Abhandlung:

„Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrandcontagiums aus den Heupilzen“ von Dr. Hans Buchner.

Die Annahme, dass bestimmte Spaltpilzformen als Ursache der Infectionskrankheiten zu betrachten seien, brachte zunächst noch keine Aufklärung über den Ursprung der Contagien. Denn es gelang nicht, contagiös wirkende Schizomyceten in der Natur aufzufinden, während andererseits die gelegentliche spontane Entstehung mancher contagiöser Krankheiten doch unbezweifelt feststand. Erst die durch Nägeli auf Grund allgemeiner physiologischer Thatsachen aufgestellte Theorie von der functionellen Anpassung der Spaltpilze als Krankheitserreger gewährte eine befriedigende Vorstellung über diese Fragen.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend wurde die folgende experimentelle Untersuchung unternommen, welche in dem pflanzenphysiologischen Institut des Herrn Professor v. Nägeli ausgeführt worden ist. Dieselbe hat den erwarteten genetischen Zusammenhang derjenigen Pilze, welche das Milzbrandcontagium bilden, mit einer bestimmten, natürlich und in grosser Verbreitung vorkommenden, an und für sich nicht infectionstüchtigen Pilzform, und die Möglichkeit wechselweiser Umwandlung der einen in die andere ergeben.

Digitized by Google

Diese verwandte Form bilden die sogenannten Heupilze, welche in Heuaufgüssen sich finden und vor den übrigen, dort vorkommenden Schizomyceten dadurch ausgezeichnet sind, dass sie bei mehrstündigem Kochen solcher Aufgüsse ihre Lebensfähigkeit bewahren, während alle übrigen Formen getödtet werden. Hiedurch bietet sich ein einfaches Mittel, dieselben rein zu cultiviren und auf ihre Eigenschaften zu untersuchen. Es zeigt sich denn, dass weitgehende Analogien im morphologischen und chemischen Verhalten zwischen diesen Heupilzen und den Bacterien des Milzbrandes vorhanden sind.

Die morphologische Uebereinstimmung war schon seit einigen Jahren (zuerst durch F. Cohn) bekannt. In beiden Fällen finden sich cylindrische Stäbchen oder Fäden von 0,6 — 1,2 μ Breite, an denen entweder unmittelbar oder durch Jodtinctur, Eintrocknen etc., oder erst nach Einwirkung einer bestimmten, hiezu geeigneten Ernährungsweise die Zusammensetzung aus Gliedern erkannt wird, deren Länge bald dem Breitendurchmesser entspricht, bald um das 2—3 fache denselben übertrifft. Die kürzeren Glieder entsprechen je einer einzelnen, die längeren je zwei, noch unvollständig getrennten Zellen.[1]) Charakteristisch ist dabei das Vorkommen von Winkel-Stäbchen, welche aus je zwei, an den Enden noch lose zusammenhangenden, und in einem stumpfen Winkel gegen einander geneigten, einfachen Stäbchen bestehen. Die Sporenbildung erfolgt in der Weise, dass die Zellen sich ein wenig in die Länge strecken

---

1) Diess ist der Grund, wesshalb Cohn's Bezeichnung dieser Pilzformen als „Bacillen" hier nicht beibehalten wird, da mit diesem Namen die irrige Vorstellung verknüpft ist, als beständen die Stäbchen je aus einer einzigen langgestreckten Zelle. — Die Behauptung A. Frisch's, dass die Milzbrandstäbchen nicht cylindrische, sondern platte bandförmige Gebilde seien, beruht auf Täuschung, wie sich beim Rollenlassen der Pilze unter dem Mikroskop leicht ergibt.

Digitized by Google

und dann die stark lichtbrechende, etwas längliche Spore in ihrem Inneren entwickeln.[1]) Die physiologische Ursache der Sporenbildung aber liegt in dem eintretenden Mangel an Ernährungsmaterial.

In chemischer Hinsicht ist beiden Formen ein hohes Sauerstoffbedürfniss und ausserdem noch eine Reihe anderer Merkmale gemeinsam. Zur Ernährung dienen beiden am besten Eiweiss und peptonartige Substanzen, während einfachere Verbindungen, beispielsweise weinsaures Ammoniak, auch bei Zuckerzusatz, dazu nicht geeignet sind. Die Zersetzung der Nährsubstanzen, welche in Folge des Wachsthums der Pilze eintritt, zeigt mit der Fäulniss mannigfache Analogien, ohne jedoch mit ihr identisch zu sein. Vorhandene Formelemente, z. B. Muskelfasern, zerfallen wie dort zu einem Brei von schmutziggrauer Farbe; die Reaction der Lösung wird stark alkalisch, und theilweise finden sich auch die nämlichen krystallinischen Zersetzungsproducte. Ebenso wie dort bilden sich Stoffe, die auf den Thierkörper als chemische Gifte wirken, in ähnlicher Weise wie das putride Gift. Im Gegensatze zur Fäulniss aber wird hier kein eigenthümlich widriger, sondern nur ein rein ammoniakalischer Geruch wahrgenommen, der unter Umständen sehr intensiv sein kann. Milchzucker wird von diesen Pilzformen nicht vergoren. Dagegen gelangen Fermente zur Ausscheidung, die coagulirtes Albumin zu lösen im Stande sind. Eiweisswürfel in Flüssigkeiten, welche Reinculturen von Heu- oder Milzbrandbacterien enthalten, werden nach einiger Zeit durchscheinend und zerfallen nach und nach vollständig.

In allen diesen Beziehungen verhalten sich beide Pilz-

1) Es ist durchaus unnöthig, dass die Stäbchen, wie Koch (Beiträge zur Biologie der Pflanzen von F. Cohn II. 3. H. 1877) meint, vor der Sporenbildung erst zu langen Fäden auswachsen müssten. Auch die kürzesten Stäbchen können Sporen entwickeln, wenn die Bedingungen dazu gegeben sind.

Digitized by Google

formen in gleicher Weise. Dennoch existirt aber eine Reihe von unterscheidenden Merkmalen. Bezüglich des Wachsthums zeigt sich, dass bei ruhender Nährlösung die Milzbrandbacterien stets am Boden in Form zarter Wolken vegetiren, während die Heupilze durch eine besondere Neigung und Fähigkeit zur Bildung fester und oberflächlich trockner Decken ausgezeichnet sind. Diese sehr auffallende Verschiedenheit ist für die Beurtheilung, mit welcher der beiden Pilzformen man im gegebenen Falle zu thun habe, von grosser Bedeutung. Physiologisch wichtiger aber ist der Unterschied in den quantitativen Verhältnissen des Wachsthums.

In dieser Beziehung lehren die Versuche, dass in künstlichen Nährlösungen die Heubacterien stets reichlicher vegetiren als die andern. Bei gleichzeitiger Aussaat gleicher Mengen von Heupilzen und Milzbrandbacterien in gleiche Quantitäten von Nährlösung findet sich in jedem Zeitabschnitt die Menge der gebildeten Heubacterien grösser als diejenige der andern Pilzform. Und dieses Verhältniss bleibt dasselbe, wenn auch in beiden Fällen die Nährlösungen continuirlich geschüttelt werden, wodurch jeder Unterschied hinsichtlich der Sauerstoffzufuhr hinwegfällt. Denn bei Ruhe wären allerdings die deckenbildenden Heupilze in dieser Beziehung gegenüber den anderen bevorzugt.

Zweierlei Thatsachen dienen zur Erläuterung dieses Verhaltens. Erstens vermögen die Heubacterien nicht nur Eiweiss resp. Pepton, sondern auch gewisse einfachere krystallisirende Verbindungen noch zu assimiliren, wie z. B. Leucin und Asparagin, welche den Milzbrandbacterien unzugänglich sind, und sie werden auch durch Zuckerzusatz zur Nährlösung sehr begünstigt, während derselbe auf die Menge der sich bildenden Milzbrandbacterien ohne wahrnehmbaren Einfluss bleibt. Letztere haben desshalb nur eine äusserst beschränkte Auswahl von Nahrungsstoffen, da ihnen fast

Digitized by Google

nur Eiweiss und Pepton zu taugen scheint. Zweitens zeigen sich die Heubacterien bei weitem widerstandsfähiger gegen nachtheilige Einwirkungen; sie ertragen, im Gegensatze zu den Milzbrandbacterien, eine bestimmte schwach saure und eine stark alkalische Reaction der Nährlösung noch ohne merkliche Behinderung des Wachsthums [1]) und werden auch weniger benachtheiligt durch die Anwesenheit anderer schädlich wirkender Substanzen z. B. ihrer eignen Zersetzungsstoffe.

Die Wirkung dieser beiden Umstände wird in den meisten Fällen nicht von einander zu trennen sein. Uebrigens sind die Heupilze noch in einer andern Hinsicht ausgezeichnet, nämlich in der schon erwähnten Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen, worin sie alle bekannten Organismen und namentlich die Milzbrandbacterien bei weitem übertreffen.

In allen diesen Beziehungen sind sonach die Heubacterien erheblich günstiger situirt als jene andern, und bei Aussaat beider Pilzformen in die nämliche künstliche Nährlösung dürfte man mit Sicherheit darauf rechnen, stets in Kurzem eine Ueberflügelung und Verdrängung der Milzbrandbacterien zu erhalten.

Merkwürdiger Weise kehrt sich aber dieses Verhalten vollständig um, sobald die beiden Pilzformen in den leben-

---

1) Das verschiedene Verhalten gegen geringe Säuremengen bietet ein weiteres Mittel zur Unterscheidung beider Pilzformen. Eine Lösung von passendem Säuregrad ist z. B. kaltbereiteter, während einiger Zeit auf 110—120° C. (zur Tödtung aller Pilze) erhitzter Heuaufguss. In dieser Flüssigkeit vermehren sich ausgesäte Heupilze rasch und reichlich, und es erfolgt jedesmal die Bildung einer trocknen, gekräuselten Decke, die vorzugsweise aus Sporen besteht. Milzbrandbacterien dagegen sind überhaupt unfähig, in dieser, wenn auch nur sehr schwach sauren Lösung sich zu vermehren, und es entsteht desshalb keine Vegetation, mag man auch die Aussaat derselben beliebig oft wiederholen.

Digitized by Google

den thierischen Organismus gebracht werden. Während die Heubacterien, zum Wachsthum unfähig, wie eine todte Masse im Gewebe liegen, und etwa durch Eiterung eliminirt werden oder, in's Blut eingespritzt, spurlos zu Grunde gehen, so finden die Milzbrandbacterien im Gegentheil gerade dort ihre günstigste Vermehrungsstätte. Bei geeigneten Thierarten zeigt sich, dass jedesmal auf die Einbringung einer verhältnissmässig sehr geringen Anzahl dieser Pilze in den Körper innerhalb bestimmter, kurzer Zeit der Tod des Thieres erfolgt, und dass dann im Blute, namentlich aber in gewissen Organen die Milzbrandbacterien sich ganz ausserordentlich vermehrt haben.

Um nun die Frage des genetischen Zusammenhangs dieser beiden Pilzformen aufzuhellen, war es nöthig, die Constanz der Eigenschaften zu prüfen. Hiezu aber waren Reinculturen erforderlich, zu denen es bei den Milzbrandbacterien erst eines besondern Verfahrens bedurfte. Es scheint mir vor allem nöthig, auf diesen Punct etwas näher einzugehen.

Methoden der Reincultur.

Bisher sind hauptsächlich zwei Methoden zur Gewinnung von Reinculturen pathogener Pilze angegeben und benützt worden.

Die eine ist die „Methode der fractionirten Cultur“ von Klebs. Sie besteht wesentlich in der fortgesetzten Uebertragung kleiner Mengen von Pilzflüssigkeit aus den abgelaufenen Culturen in neue pilzfreie Nährlösung. Auf diese Weise hofft Klebs, „etwaige Verunreinigungen, die in der Ursprungsflüssigkeit enthalten sein mögen, zu entfernen und denjenigen Körper rein zu erhalten, welcher in der ersteren in überwiegender Menge vorhanden war.“[1])

1) Archiv f. experimentelle Pathologie Bd. I. S. 46.

Digitized by Google

Es wird nöthig sein, auf die Voraussetzungen dieses Verfahrens mit einigen Worten einzugehen. Dabei sei bemerkt, dass unter den von Klebs erwähnten „Verunreinigungen" jedenfalls nur vermehrungsfähige Organismen verstanden werden können, und zwar irgend welche Formen von Schizomyceten z. B. Fäulnisspilze, wie solche fast stets in grösserer oder geringerer Zahl in den pathologischen Flüssigkeiten und krankhaften Geweben sich vorfinden werden, von denen der Ausgang zur Gewinnung von Reinculturen pathogener Pilze zu nehmen ist. Angehörige einer andern Gruppe der niederen Pilze, z. B. die Schimmelpilze, auszuschliessen, dies ist durch die Wahl der Ernährungsbedingungen in der Regel so leicht, dass es hiezu keines besondern Verfahrens bedarf.

Das Zahlenverhältniss zweier Spaltpilzformen in der gleichen Cultur wird nun bestimmt, einmal durch die anfänglich vorhandene Individuenzahl der einen und andern Form, alsdann durch die Schnelligkeit der Vermehrung, welche für jede Pilzform von deren Organisation und von den besondern Ernährungsbedingungen des Versuchs abhängt. Setzen wir den mittleren Fall, dass beiderlei Formen gleichschnell ihre Zahl verdoppeln und demnach gleichviel Generationen in derselben Zeit zurücklegen, so ist ersichtlich, dass dann niemals auf dem Wege der fractionirten Züchtung eine Reincultur erzielt werden kann. In allen übrigen Fällen dagegen wird es allerdings, bei fortgesetzter Uebertragung kleiner Mengen der Züchtung in einen Vorrath neuer (als völlig pilzfrei vorausgesetzter) Nährlösung, dahin kommen müssen, dass der eine Organismus, nämlich der schneller wachsende, den andern schliesslich vollständig aus der Cultur verdrängt. Für diesen Erfolg ist es aber natürlich principiell gleichgültig, welches das Verhältniss der Individuenzahl beider Pilzformen in der Ausgangscultur gewesen. Nur die Zeit wird hiedurch beeinflusst, welche

Digitized by Google

unter sonst gleichen Umständen zur Verdrängung der einen Pilzform benöthigt ist.[1])

Es ergibt sich hieraus, dass die „Methode der fractionirten Cultur" in der That in den allermeisten Fällen schliesslich zu einer Reincultur führen wird. Diese Reincultur aber enthält denjenigen Pilz, der unter den vorhandenen Bedingungen sich schneller vermehrt, und nicht, wie Klebs meint, denjenigen, der „in der Ursprungsflüssigkeit in überwiegender Menge vorhanden war."

Sollte daher die erwähnte Methode ihren Zweck erfüllen, so müsste der pathogene Pilz jedesmal zugleich der schneller wachsende sein. Da man jedoch hiefür keine Sicherheit besitzt, schon desshalb weil die Verunreinigungen zufällige und darum ihrer Natur nach unbekannt sind, so ergibt sich, dass die „Methode der fractionirten Cultur" zur Reinzüchtung pathogener Pilze unbrauchbar ist.[2])

---

1) Um eine Vorstellung zu geben, wie rasch unter Umständen diese Verdrängung erfolgen kann, will ich ein bestimmtes Beispiel anführen. Es betrage die Generationsdauer der schneller wachsenden Pilzform 25 Minuten — eine Zahl, die als Durchschnittswerth für die gewöhnlichen Fäulnissbacterien aus vielfachen, mit Dr. Walter Nägeli gemeinschaftlich angestellten Versuchsreihen erhalten wurde, jene der langsamer wachsenden dagegen 40 Minuten. In diesem Falle zeigt sich, dass, selbst unter der Annahme einer tausendmillionenmal grösseren Menge der langsamer wachsenden Form in der Ausgangsflüssigkeit, dennoch bei häufiger (etwa 10maliger) Umzüchtung schon nach 80 Stunden eine nahezu vollständige Verdrängung dieser letzteren Pilzform aus der Cultur stattfindet.

2) Die Milzbrandbacterien vermehren sich in allen künstlichen Nährlösungen langsamer als die gewöhnlichen Fäulnisspilze, wesshalb die Anwesenheit der letzteren in einer Züchtung von Anthraxpilzen bei fractionirter Cultur stets eine Verdrängung der pathogenen Pilze zur Folge hat. Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch andere Krankheitspilze in dieser Beziehung den Milzbrandbacterien sich analog verhalten, weil sie ja stets an die Ernährungsverhältnisse im thierischen Körper und nicht an künstliche Nährlösungen angepasst sind.

Eine zweite Methode ist die neuerdings von Pasteur[1]) speciell zur Reincultur der Milzbrandbacterien in Anwendung gebrachte. Anthraxkranken Thieren wurde unter gewissen Vorsichtsmassregeln gegen das Eindringen fremder Keime, nach einem schon seit 1863 geübten Verfahren, Blut entnommen, und davon eine kleine Menge zur Aussaat in pilzfreien Harn verwendet.

Es ist kein Zweifel, dass Pasteur wirkliche Reinculturen der genannten Pilze erhalten hat, da er das sicherste Kennzeichen derselben erwähnt, nämlich das mit blossem Auge erkennbare Wachsthum der Pilze „en filaments tout enchevêtrés, cotonneux" (verwickelte, wollige Fäden), ohne dass die in den Zwischenräumen dieser Fäden (die aus ganzen Bündeln von Pilzfäden bestehen) befindliche Flüssigkeit nur im geringsten getrübt wäre. Diese Trübung müsste nämlich eintreten, wenn andere, sich vermehrende und in der Lösung umherschwimmende Schizomyceten, z. B. Fäulnisspilze, wie sie gewöhnlich die Verunreinigungen bilden, zugegen wären.

Gleichwohl mangelt diesem Verfahren die wünschenswerthe Sicherheit und eine allgemeine Anwendbarkeit. Denn zu seinem Gelingen wird erfordert, dass in der ursprünglichen Blutportion kein einziger fremder Pilz zugegen sei, der sich bei der Züchtung rascher vermehren könnte als der pathogene. Ausserdem ist die Methode nur dann ausführbar, wenn die Pilze im Blute sich finden, und auch für diesen Fall nur bei grösseren Thieren, deren Blutgefässe die nöthigen Dimensionen besitzen.

Aus diesen Gründen habe ich ein anderes Verfahren in Anwendung gebracht, welches die erwähnten Nachtheile nicht besitzt. In der Milz von Thieren, die an Anthrax

1) Comptes rendus Bd. 84. S. 900.

Digitized by Google

verendet sind, finden sich Milzbrandbacterien in grosser Zahl und jedenfalls bei weitem in überwiegender Menge gegen andere, zufällig anwesende Spaltpilze. Es ist also nur erforderlich, die Milzpulpa zu zerreiben und mit pilzfreiem Wasser so hochgradig zu verdünnen, dass auf einen nicht zu kleinen Raumtheil, z. B. 10 cmm, nur mehr durchschnittlich je ein einziger Pilz trifft. Nimmt man nun diese letztere Menge zur Infection der Nährlösung, so ist der eine Pilz, den man damit durchschnittlich zur Aussaat bringt, höchst wahrscheinlich von derjenigen Form, die in der Milz bei weitem in Ueberzahl vorhanden war d. h. also ein Anthraxpilz.[1])

Dieses Isolirungsverfahren hat mir in der That sehr brauchbare Resultate und nur selten einen Misserfolg ergeben. Die Erlangung einer Reincultur von Milzbrandbacterien kann nach den oben gemachten Bemerkungen mit voller Sicherheit constatirt werden, weil das Wachsthum dieser Pilze in eigenthümlicher, schon dem blossen Auge erkennbarer Weise erfolgt.

Eine klare, pilzfreie Nährlösung, z. B. von 0,5 Procent Liebig'schem Fleischextract, die mit hoher Verdünnung von zerriebner Anthraxmilz inficirt wurde, zeigt bei Körpertemperatur folgendes Verhalten. Nach Ablauf von etwa

---

1) Sobald die richtige Grenze der Verdünnung überschritten wird, bleibt natürlich ein Theil der Aussaaten erfolglos, weil kein Pilz mehr durch dieselben übertragen wurde. Hierin bietet sich, nebenbei bemerkt, ein Mittel, um die Menge der Pilze im Ausgangsmateriale zu bestimmen. Wenn z. B. von einer grösseren Zahl gleichzeitiger Aussaaten die Hälfte ohne Erfolg bleibt, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass in dem zu den Infectionen verwendeten Raumtheil der Verdünnung noch ein Pilz vorhanden war, gleich $1/2$. Aus dieser Grösse und der bekannten Verdünnungszahl lässt sich die ursprüngliche Pilzmenge berechnen. Beispielsweise habe ich in einem bestimmten Falle den Bacteriengehalt der Milz einer an Anthrax verendeten Maus zu $7\frac{1}{2}$ Millionen im Cubikmillimeter gefunden.

Digitized by Google

18 Stunden erscheinen die ersten Spuren der Vegetation in Gestalt vereinzelter, zierlich gekräuselter Wölkchen am Boden der völlig klaren Flüssigkeit. Allmählig breiten sich diese nun aus und überdecken den ganzen Boden des Gefässes mit einer zarten, leicht beweglichen Wolke von geringer Höhe. Damit ist die Vegetation zu Ende. Modificationen dieses Vorganges treten nur insoferne ein, als sehr häufig schon frühzeitig gekräuselte Ranken, welche aus Bündeln von Milzbrandfäden bestehen, von den am Boden lagernden Wolken sich erheben und die klare Flüssigkeit mit einem ungemein zierlichen Flechtwerk durchziehen. Eine geringe Erschütterung genügt schon, diese zarten Bildungen zu zerstören. Ihr Aussehen stimmt vollständig überein mit der oben citirten Beschreibung, welche Pasteur von den mit blossem Auge wahrnehmbaren „verwickelten, wolligen“ Fäden gibt, die sich bei seinen Reinculturen der Milzbrandbacterien in der vollständig klaren Nährlösung gebildet hatten.

Diese zierlichen Gebilde sind so charakteristisch, dass sie bei einiger Uebung kaum mit irgend welchen Vegetationserscheinungen anderer Pilze verwechselt werden können. Die mikroskopische Untersuchung ergibt, dass dieselben ausschliesslich aus Stäbchen oder Fäden des Anthraxpilzes bestehen. Ungemein viel sicherer zeugt aber das fortwährende Hellbleiben der Nährlösung dafür, dass keine fremden Schizomyceten, insbesondere keine vermehrungsfähigen Fäulniss- oder Heu-Pilze zugegen sind. Denn ein einziges ursprünglich vorhandenes Individuum der letzteren Formen müsste sich sehr bald soweit vermehrt haben, dass dadurch, in Folge des Umherschwimmens dieser Pilze, Trübung der Nährlösung bewirkt würde.

Als Anhang zum Vorausgehenden scheint es mir nöthig, einige Bemerkungen über die bei der Pilzzüchtung erforder-

Digitized by Google

lichen Vorsichtsmaassregeln zu machen, hauptsächlich desshalb, weil die Methodik der Pilzculturen noch sehr im argen liegt, und die richtigen Grundsätze noch keineswegs allgemeine geworden sind.

Häufig wird schon der Fehler begangen, dass man Gefäss, Nährlösung und Verschlusspfropf, jedes für sich, desinficirt und erst nachträglich das ganze vereinigt, wobei staubhaltige Luft miteingeschlossen werden kann. Dass Erwärmen auf 60 oder 80° C. oder auch auf Siedehitze zur vollständigen Desinfection, d. h. zur Tödtung aller Pilze nicht genügt, darf jetzt wohl als bekannt gelten. Ich brauche in dieser Beziehung nur daran zu erinnern, dass die Heupilze selbst durch vielstündiges Kochen ihre Lebensfähigkeit nicht verlieren.

Eine Quelle möglicher Fehler liegt stets im Oeffnen der Züchtungsgefässe zum Zwecke der Einbringung der Aussaat. Indess ist diese Gefahr bei weitem geringer, als man gewöhnlich annimmt; sie scheint nur desshalb so gross, weil alle Verunreinigungen, die in Folge ungenügender Desinfection der Züchtungsgefässe oder der zur Aussaat gebrauchten Instrumente u. s. w. auftreten, in der Regel auf das Eindringen von Pilzstäubchen aus der Atmosphäre zurückgeführt werden. Nun ist aber der Pilzgehalt der Luft überhaupt nicht so sehr bedeutend. Bei messenden Versuchen ergab sich derselbe für den Arbeitsraum, in welchem diese Untersuchungen ausgeführt wurden, durchschnittlich zu 10 Spaltpilzen im Liter.[1]) Dann ist zu bedenken, dass Pilze und pilzführende Stäubchen in Folge ihrer Kleinheit in der Luft nur äusserst langsam herabsinken und von den leisesten Luftströmungen schon in die Höhe getragen werden. Während der kurzdauernden

1) Im Freien zeigte sich derselbe weit geringer.

Digitized by Google

Oeffnung des Züchtungsgefässes könnten dieselben daher jedenfalls nur eine ungemein kleine Strecke herabsinken, und von einem eigentlichen Hineinfallen kann offenbar gar keine Rede sein. Ihr Eindringen ist vielmehr nur dadurch möglich, dass sie mit der Luft, in welcher sie schweben, zugleich in die Züchtungsgefässe gerathen. Gefahr wäre also vorhanden, wenn grössere Luftquantitäten während der Oeffnung des Culturapparates in dasselbe eintreten. Dies ist aber bei enghalsigen und ziemlich kleinen Gefässen, wenn sie die Temperatur der umgebenden Luft besitzen, nicht zu befürchten.[1])

Um übrigens die Brauchbarkeit des gewöhnlichen Verfahrens der Uebertragung der Reinculturen von Glas zu Glas zu illustriren, theile ich einen Versuch mit, den Herr Dr. Max Gruber im selben Raume ausgeführt hat, in welchem meine Experimente unternommen worden waren. Aus 4 pilzfreien Züchtungsgefässen mit einer Lösung von 0,5 Procent Fleischextract wurde in 46 ebensolche pilzfreie Gefässe je eine kleine Flüssigkeitsmenge, genau wie sonst bei den Aussaaten, übertragen. Alle 50 Gläser kamen dann in den Brütofen. Nach 5 Tagen waren alle klar und ohne Pilzvegetation. In keinem dieser 50 Fälle wäre daher, bei Uebertragung von Reinculturen, ein Pilz aus der Luft störend dazwischen gekommen.[2])

---

1) Je staubfreier der Arbeitsraum gehalten werden kann, desto besser; nasser Boden und feuchte Wände wären am günstigsten. Die Anwendung des antiseptischen Spray dagegen, die einige Pilzforscher von den Chirurgen entlehnt haben, ist hier völlig unzweckmässig. Dieses Verfahren kann nur den Erfolg haben, einen Theil der in der Luft befindlichen Pilzstäubchen zu benetzen und dadurch zum sofortigen Niederfallen zu bringen, wodurch gerade das Umgekehrte von dem Gewünschten erreicht wird. Denn an eine Tödtung der Pilze durch kurzdauernde Berührung mit der antiseptischen Flüssigkeit ist nach den darüber angestellten Versuchen nicht zu denken.

2) Eine Beobachtungsdauer von 5 Tagen genügt zu dieser Ent-

Digitized by Google

Die Gefahr einer Verunreinigung durch Luftpilze ist also, bei richtigem Verfahren, sehr gering; trotzdem ist dieselbe stets vorhanden, und kann desshalb Sicherheit nur durch fortwährende Controle erlangt werden, die bei den Milzbrandbacterien durch die erwähnten, mit blossem Auge wahrnehmbaren Merkmale der Reinculturen und durch die charakteristischen Formen dieser Pilze unter dem Mikroskop sehr erleichtert ist. Zur fortgesetzten Cultur der Milzbrandbacterien habe ich mich übrigens eines Apparates bedient, der jene Gefahr vermied, indem er die Uebertragung der Pilze in neue Nährlösung im pilzfreien Raume ermöglichte.

Derselbe bestand aus einem grossen Gefässe zur Aufnahme der Reservenährlösung und einem kleinen, durch einen seitlichen Tubus damit verbundenen Züchtungsgefäss, in welches aus dem Reserveglas, durch einfaches Neigen des letzteren, Nährlösung zufliessen konnte. Die nach aussen führenden Oeffnungen beider Gefässe wurden pilzdicht verschlossen, das ganze im Dampfkessel keimfrei gemacht.

scheidung vollständig, weil die Uebertragung der Reinculturen jedesmal sogleich nach Beendigung des Wachsthums, also spätestens nach 2 Tagen ausgeführt wird. Ein anderes ist es mit der weiteren Frage, ob in jene 50 Gläser absolut keine lebensfähigen Keime aus der Luft gelangt waren. Hiezu bedarf es einer viel längeren Beobachtungsdauer, weil die im Zimmerstaub vorkommenden Pilze in Folge von Austrocknung etc. meist sehr geschwächt sind und desshalb oft lange zu ihrer Erholung und zum Eintreten eines merklichen Wachsthums bedürfen. In der That hatte sich im angeführten Falle nach 18 Tagen in 3 von den 50 Gläsern eine spärliche Pilzvegetation entwickelt, während die übrigen 47 dauernd klar blieben. Es ist also stets zu bedenken, dass das Hineinfallen eines Pilzstäubchens in die Züchtung noch keineswegs die Reinheit derselben für die Folge zu vernichten braucht. Im Gegentheil werden in den allermeisten Fällen solche Luftpilze hinter den rascher wachsenden reincultivirten in der Vermehrung zurückbleiben und auf diese Weise wieder unschädlich eliminirt werden.

Digitized by Google

Hierauf inficirte ich das Züchtungsgefäss unter kurzdauernder Oeffnung des Verschlusses mit einer Reincultur von Milzbrandbacterien. Von da an brauchte dieser Verschluss nicht mehr geöffnet zu werden. Nach Ablauf der Vegetation im Züchtungsgefässe konnte die Pilzflüssigkeit aus dessen Boden durch eine verschliessbare, enge Oeffnung abgelassen werden, die weder ein Eintreten von Luft noch einen Rücktritt der abgelaufenen Pilzflüssigkeit gestattete und daher jedem fremden Pilze den Eingang verwehrte. Die dabei im Züchtungsgefäss zurückbleibenden Reste der Pilzflüssigkeit dienten jedesmal zur weiteren Infection der aus dem Reserveglas hinzugegebenen Nährlösung. Solange diese Reservenährlösung reichte, konnte mit dem Apparate fortgezüchtet werden; bei täglich 1- bis 2-maliger Zugabe neuer Nährlösung dauerte dies mitunter bis zu 1½ Monaten.

Umänderung der Milzbrandbacterien in Heubacterien.

Unter Anwendung dieses Verfahrens liess ich reine Milzbrandbacterien in Lösungen von Fleischextract, mit oder ohne Pepton- oder Zuckerzusatz bei einer Temperatur von 35—37° C. sich vermehren. Da diese Pilze bei Ruhe nur am Grunde der Flüssigkeit vegetiren, wodurch eine ungleichmässige Ernährung bewirkt würde[1], so bediente ich mich eines Schüttelapparates, der dem Züchtungsgefäss eine constante Bewegung ertheilte. Hiedurch war zugleich für eine reichlichere Zufuhr von Sauerstoff Sorge getragen. Mit den erhaltenen Pilzflüssigkeiten wurden fortlaufende Infectionsversuche bei weissen Mäusen gemacht, die für Milzbrand sehr empfänglich sind, und überdies keine merk-

---

1) Die obersten Schichten der Pilze sind alsdann in Bezug auf Sauerstoff und andere Ernährungsmaterialien ungünstiger situirt als die untersten.

Digitized by Google

liche Verschiedenheit der individuellen Disposition für diese Krankheit erkennen lassen.[1])

Das Ergebniss dieser Züchtungsversuche mit parallel gehenden Impfungen bestand merkwürdiger Weise zunächst darin, dass die infectiöse Wirksamkeit der Pilze um so geringer wurde, je mehr Generationen dieselben in der künstlichen Nährlösung zurückgelegt hatten. So oft auch der Versuch von vorne d. h. mit einer vom Thiere her direct gewonnenen Reincultur sehr wirksamer Bacterien begonnen wurde, so war doch dieses Resultat immer das gleiche; trotz der vollkommnen morphologischen Uebereinstimmung aller durch die Züchtung erhaltenen Pilze, trotzdem bei der völligen Gleichheit ihres chemischen Verhaltens und ihrer Wachsthumsweise nicht der geringste Zweifel über die Abstammung der unwirksamen von den wirksamen existiren konnte, so zeigte sich doch bei allen diesen Versuchen, dass die anfangs positiv ausfallenden Impfungen nach einiger Zeit keinen Erfolg mehr hatten.

So ergab ein Versuch mit Züchtung der Milzbrandbacterien in einer Lösung von 10 Theilen Liebig'schen Fleischextracts und 8 Theilen Pepton auf 1000 Wasser, dass die Impfungen mit der 1., 2., 3. und 4. Pilzzüchtung

---

1) Die Methodik dieser Infectionsversuche war folgende: In die Rückenhaut wurde ein kleiner Schnitt gemacht, mit stumpfer Sonde eine Tasche unter der Haut gebildet, und in diese das ringförmig eingebogene Ende eines Drathes eingeführt, in dessen Oeffnung eine bestimmte Menge durch Adhäsion und Cohäsion (in Form eines Doppelmeniscus) festgehaltner Pilzflüssigkeit sich befand. Die Infectionsinstrumente wurden vor jeder Operation ausgeglüht. — Zur Constatirung des Milzbrandes dient die mikroskopische Untersuchung von Milz und Lunge, in welchen sich beim Anthrax der Mäuse die ihrer Grösse und besondern Form wegen leicht erkennbaren Milzbrandbacterien massenhaft angehäuft finden. Unter Umständen wurden auch Controlimpfungen und Weiterzüchtungen der aufgefundenen Pilze ausgeführt.

Digitized by Google

sämmtlich Milzbrand erzeugten, jene dagegen mit der 5., 6., 7. und 8. kein positives Ergebniss hatten, soferne bei diesen die gleiche Pilzmenge wie bei den ersteren zur Anwendung kam. Anders gestaltete sich dieses Verhältniss, wenn bei den späteren Impfungen zur Verwendung grösserer Impfmengen übergegangen wurde.

In einem Versuche mit Ernährung durch blosse Fleischextractlösung erwies sich beispielsweise bei Anwendung einer geringen Impfquantität die 1. Pilzzüchtung noch als wirksam, dagegen nicht mehr die 2. 3. und 4. bei der gleichen Menge. Als nun mit grösseren Pilzquantitäten geimpft wurde, war wieder wirksam die 5. Züchtung; unwirksam dagegen blieb schliesslich die 6. Ein anderesmal, bei Ernährung mit Fleischextract, Pepton und Zucker war die 2. Züchtung wirksam, unwirksam die 3. und 4.; wirksam dagegen wieder die 5., als bei dieser zu grösseren Impfmengen übergegangen worden war. Es zeigte sich denn auch, bei Anwendung dieser grösseren Pilzquantitäten einmal die 7., ein andermal die 18. Pilzzüchtung noch von Wirksamkeit, und endlich wurde selbst mit der 36. Cultur, welche in Fleischextractlösung bei Zusatz von Pepton und Zucker nach mehr als einem Monate erreicht worden war, noch tödtlicher Milzbrand erzielt. Im letzteren Falle wurden aber zur Impfung je 10 cmm des dichten, am Boden abgesetzten Pilzbreies verwendet, worin nach ungefährer Schätzung weit über 100 Millionen Pilze sich befanden. Kleinere Impfmengen dagegen blieben bei diesen späteren Culturen ohne jede bemerkbare Wirkung.

Diese unzweifelhafte Abnahme der infectiösen Wirksamkeit ist um so merkwürdiger, als gleichzeitig keine weitere wahrnehmbare Veränderung bei den Milzbrandbacterien eingetreten war. Nicht nur die morphologische Beschaffenheit zeigte sich bei der 36. Züchtung vollständig als die gleiche, die Sporenbildung verlief genau in derselben

Digitized by Google

Weise u. s. w.; auch das Verhalten bei Controlzüchtungen in verschiedene Nährlösungen liess hinsichtlich der Wachsthumsart und der chemischen Eigenschaften keine bemerkbare Abweichung erkennen, so dass es nicht möglich gewesen wäre, auf anderem Wege als durch das Thierexperiment eine Verschiedenheit der künstlich gezüchteten von ächten Milzbrandbacterien darzuthun.

Es scheint vielleicht, als ob die schwache Wirksamkeit der späteren Pilzgenerationen, der compensirende Einfluss grösserer Pilzmengen am einfachsten durch die Annahme erklärt werden könne, es sei zur Erzeugung einer Infectionskrankheit die Mitwirkung eines gelösten, aus dem thierischen Körper stammenden und nur dort entstehenden Stoffes, den man zweckmässig als „Krankheitsstoff" bezeichnen kann, mit den Pilzen durchaus erforderlich.[1])

In der That stünde eine derartige Annahme, die schon von verschiedenen Seiten her als Auskunftsmittel in Betracht gezogen wurde, in Uebereinstimmung mit manchen physiologischen Thatsachen. Die Isolirungsversuche von Chauveau, Burdon-Sanderson, Davaine, ferner von Klebs und Tiegel, Pasteur u. A. widerlegten dieselbe nicht, oder zum wenigsten nicht vollständig. Diese Ver-

1) Es beruht auf irrthümlicher Verwechslung, wenn dieser hypothetische „Krankheitsstoff" mit den eigenen Zersetzungsstoffen der Pilze zusammengeworfen wird. Die letzteren können selbstverständlich niemals völlig von den lebenden Pilzen getrennt werden, und es hätte dies auch gar keinen Sinn, weil eben der Pilz, sobald er in irgend einer Nährlösung wächst, diese Stoffe mit Nothwendigkeit stets von neuem erzeugt Jener „Krankheitsstoff" dagegen wäre eine Substanz, welche nur im erkrankten thierischen Organismus und aus Bestandtheilen desselben, entweder mit oder ohne directe Beihülfe der Pilze gebildet werden könnte.

Digitized by Google

suche zeigten zwar, dass die gelösten Antheile der Infectionsflüssigkeiten an und für sich, ohne die Pilze, die betreffende Krankheit nicht bewirken konnten, während der andere Theil der infectiösen Flüssigkeiten, welcher die Pilze enthielt, dies vermochte. Es war somit entschieden, dass die Pilze zur Infection durchaus nöthig seien. Eine andere Frage blieb es jedoch, ob die Wirksamkeit der Pilze nicht an die Anwesenheit eines gelösten „Krankheitsstoffes" gebunden sei. Ich glaube nicht, dass in dieser Beziehung die Versuche jener Forscher etwas Entscheidendes aussagen konnten, obwohl mehrere der erwähnten Experimentatoren sich bemühten, durch wiederholtes Auswaschen die Pilze möglichst von den gelösten Substanzen der Infectionsflüssigkeit zu befreien, und obschon sie mit diesen möglichst reinen Pilzen positive Impfresultate erhielten.

Zum wenigsten blieb noch der Einwand übrig, dass die Pilze, entsprechend dem Verhalten anderer pflanzlicher Zellen, Stoffe aus der Nährlösung, in welcher sie leben, hier also aus der Infectionsflüssigkeit in ihr Inneres aufnehmen können, die in der Folge, bei Uebertragung in einen andern Organismus, die Pilze in ihrer krankmachenden Wirkung zu unterstützen im Stande sind. Solche im Zellinhalte aufgenommene Stoffe würden aber jedenfalls durch blosses Auswaschen nicht zu entfernen sein.

Es gibt, um diese Annahme zu widerlegen, soviel ich sehe, nur ein directes Mittel, nämlich die Züchtung der Infectionspilze durch viele Generationen in stets erneuten Nährlösungen, sowie sie eben hier durchgeführt wurde. Denn auf diesem Wege müssen nicht nur die ausserhalb der Pilze in der Flüssigkeit befindlichen, sondern ebenso auch die im Zellinnern vorhandenen, aus dem Thierkörper stammenden gelösten Stoffe, allmählig vollkommen eliminirt werden. Falls nun die infectiöse Wirkung der Pilze auch dann noch vorhanden ist, wenn keine in Betracht kommen-

Digitized by Google

den Spuren jener Stoffe mehr zugegen sein können, dann ist bewiesen, dass die Mitwirkung dieser Substanzen zur Erzeugung der Krankheit nicht erfordert wird. In dieser Beziehung sprechen aber gerade auf's deutlichste die im vorausgehenden mitgetheilten Versuche.

Nehmen wir an, die Milzen milzbrandiger Mäuse, von denen bei den gegenwärtigen Versuchen stets der Ausgang zur Erzielung der nöthigen Reinculturen von Anthraxbacterien genommen wurde, hätten ihrer ganzen Substanz nach nur aus „Krankheitsstoff" bestanden; alsdann ist die Quantität des letzteren, welche noch in der positiv wirkenden Impfmenge enthalten sein konnte, aus der Grösse der vorausgegangenen Verdünnungen leicht zu berechnen.

Es zeigt sich dann für jenen Versuch, bei welchem die 7. Züchtung Milzbrand bewirkte, dass die hier im Impfmaterial möglicherweise noch vorhandene Menge von „Krankheitsstoff" bereits unendlich gering ist. Die ursprüngliche Mischung der zerriebenen Milzsubstanz mit Wasser ergab hier eine 100000 fache, die Einbringung dieser Menge in das erste Quantum von Nährlösung und jede der 6 Umzüchtungen je eine 1000 fache Verdünnung. Daraus berechnet sich, dass die in der Impfmenge enthaltene Quantität von „Krankheitsstoff" nur den hundertquadrillionsten Theil von derjenigen eines entsprechenden Stückchens der Milz betragen konnte. Da aber die Impfmenge in diesem Falle 10 cmm war, so belief sich die Quantität des geimpften „Krankheitsstoffes" jedenfalls nicht auf mehr als den zehnquadrillionsten Theil eines Milligramm. Dies ist aber eine Grösse, die um mehr als das tausendfache hinter dem Gewichte eines Wasserstoffgasmolecüls zurückbleibt, und die somit für die chemische Betrachtung überhaupt nicht mehr existirt.

Es bleibt nun aber noch die Annahme zu erörtern, dass der „Krankheitsstoff" in den Pilzzellen selbst einge-

schlossen sei. In diesem Falle könnte jedes Individuum einer späteren Pilzgeneration in Folge der Theilungsvorgänge nur mehr halb soviel enthalten als das Individuum einer früheren Generation. Von dem Verluste an „Krankheitsstoff" durch Abgabe an die umgebende Nährlösung sei dabei ganz abgesehen. Da nun die 7 Züchtungen etwa 70 Pilzgenerationen entsprachen, so gehörten die geimpften Pilze der 70. Generation an, und bei diesen betrüge die Menge von „Krankheitsstoff" nur mehr $\frac{1}{2^{70}}$ oder weniger als den tausendtrillionsten Theil der ursprünglichen. Wenn auch die Pilze im Thiere zu $^9/_{10}$ ihrer Masse oder mehr aus „Krankheitsstoff" und wenn die ganze Impfmenge blos aus Pilzsubstanz bestanden hätte, so wäre darin doch nicht mehr als der hunderttrillionste Theil eines Milligramm von jenem hypothetischen Stoff übertragen worden. Auch diese Grösse ist also in chemischer Hinsicht als verschwindend zu erachten.

Ohne dass wir erst die entsprechenden Berechnungen für die 18. und 36. Pilzzüchtung auszuführen brauchen, beweist also bereits die „*Thatsache der infectiösen Wirksamkeit der 7. Züchtung unter den gegebenen Umständen, dass die Wirkung der Milzbrandbacterien von der Beihilfe eines gelösten, dem thierischen Organismus entstammenden Stoffes unabhängig ist.* Andernfalls hätte die infectiöse Wirksamkeit bei fortgesetzter Züchtung und Uebertragung der Pilze schon frühzeitig gänzlich erlöschen müssen.

Sonach kann die Minderung der Infectionstüchtigkeit bei den künstlich gezüchteten Milzbrandbacterien nur durch die Annahme erklärt werden, *dass in Folge der angewendeten Ernährungsbedingungen, welche von denen des thierischen Körpers erheblich diffe-*

Digitized by Google

rirten, eine allmählige Veränderung in der Natur der Pilze vor sich gegangen sei.

Dabei muss auf einen, anscheinend selbstverständlichen, für die Beurtheilung aber sehr wichtigen Punct noch besonders aufmerksam gemacht werden. Es zeigte sich nämlich, dass die Bacterien aus den Organen der erfolgreich geimpften Thiere in allen Fällen von gleicher und zwar von sehr hoher infectiöser Wirksamkeit waren, so dass eine sehr geringe Menge derselben zur weiteren Uebertragung des Milzbrandes genügte. In dieser Beziehung machte es also keinen Unterschied, mit welcherlei Bacterien geimpft worden war. Die Pilze aus den Organen derjenigen Thiere, die mit der 7., 18. oder 36. Züchtung erfolgreich inficirt worden waren, zeigten sich nicht wirkungsschwach wie jene der genannten Culturen, sondern eine sehr kleine Menge derselben reichte hin, um auf's neue den Milzbrand hervorzurufen.

Diese Thatsache kann nur durch eine, der obigen entsprechende Annahme erklärt werden, dass nämlich durch die Ernährungsbedingungen des thierischen Körpers, welche von denen der künstlichen Züchtung verschieden waren, wiederum eine Veränderung und zwar die umgekehrte in der Natur der Pilze bewirkt worden sei.

Bei fortgesetzter Züchtung der Milzbrandbacterien in einer Lösung von Fleischextract, Pepton und Zucker traten nun bei constant bleibender Form allmählig wahrnehmbare Aenderungen auch im Wachsthume und im chemischen Verhalten hervor. Etwa von der 100. Züchtung an, welche ungefähr der 700. Pilzgeneration entsprach,[1]) zeigten die

1) Die Berechnung der Generationenzahl in einer Reincultur beruht

Digitized by Google

Pilze die beginnende Neigung, trotz der constanten Bewegung des Züchtungsgefässes an den höheren Theilen der Wandung desselben, die bei jedem Schüttelstosse benetzt wurden, sich anzulegen und einen Ueberzug zu bilden, was bei ächten Milzbrandbacterien niemals beobachtet wird. Ausserdem wurde die Vermehrung der Pilze trotz des Gleichbleibens der Nährlösung allmählig reichlicher als früher.

Gegen die 900. Pilzgeneration, nach einer Züchtungsdauer von 90 Tagen, wurde dieses Anlegen der Pilze an die Wandungen des Culturgefässes so störend für die Fortführung einer regelmässigen Züchtung, dass eine Aenderung des Verfahrens durchaus nöthig erschien. Denn es kam schliesslich soweit, dass beinahe keine Pilze mehr in der Flüssigkeit sich befanden, sondern alle als Ueberzug an

---

auf der Kenntniss des Verhältnisses der Aussaat zur schliesslichen Pilzmenge. Bei einer Reihe auf einander folgender Züchtungen, die mit der gleichen Nährlösung angestellt werden, braucht man hiezu die absoluten Grössen nicht zu kennen; es genügt vielmehr als Anhaltspunct, dass am Ende jeder Züchtung, wenn dieselbe bis zum Verbrauche der Nahrungsstoffe fortgesetzt wurde, stets eine nahezu gleich pilzhaltige Flüssigkeit vorhanden sein muss. Werden nun z. B. 10 cmm Flüssigkeit aus dem Endstadium einer solchen Züchtung in 10 ccm pilzfreier Nährlösung übertragen, so ist am Ende der neuen Züchtung unter den gemachten Voraussetzungen die Pilzvermehrung eine 1000 fache, die Generationenzahl somit nahezu 10.

Obwohl diese Bestimmung aus verschiedenen Gründen nur eine annähernd richtige sein kann, so habe ich doch vorgezogen, von hier an im Texte nach Generationen anstatt nach Züchtungen zu rechnen und zwar desshalb, weil bei den späteren Culturen andere Gefässe und andere Mengen von Nährlösung verwendet wurden, als bei den früheren, und weil desshalb diese späteren Züchtungen mit den früheren nicht in Parallele gesetzt werden können. In diesem Falle ist allein die Angabe der Generationenzahl im Stande, einen richtigen Ueberblick zu gewähren.

Digitized by Google

den Wandungen klebten. Die Anwendung der Schüttelbewegung musste daher aufgegeben werden.

Die erste Züchtung bei Ruhe ergab eine starke, weissliche Deckenbildung bei sonst klarer Nährlösung. Es war damit eine bedeutsame Veränderung in der Natur der Pilze in auffälliger Weise constatirt. Aber diese Umwandlung war nicht etwa mit einemmale eingetreten, wie es vielleicht den Anschein haben möchte. Vielmehr kann nicht bezweifelt werden, dass die ganz allmählig auftretende Erscheinung des Anlegens an die Wandungen des Schüttelgefässes bereits eine Folge und somit ein Anzeichen der nämlichen neu entwickelten Eigenschaft der Pilze war wie die jetzt wahrgenommene Erscheinung der Deckenbildung. Beide Vorgänge können nur durch ein erhöhtes Adhäsionsvermögen der Pilze in Folge einer bestimmten Veränderung der Cellulosemembranen erklärt werden, welche dieselben befähigte, einerseits unter sich Verbände von grösserer oder geringerer Festigkeit zu bilden, und anderseits an fremden Körpern, hier an den Glaswandungen des Schüttelgefässes trotz der Bewegungen der darüber hinwegströmenden Flüssigkeit fest zu haften.

Hier war nun aber zum erstenmale ein thatsächlicher Anhaltspunkt dafür gegeben, dass es möglich sein werde, auf dem eingeschlagenen Wege schliesslich Pilze zu erhalten, deren Eigenschaften denen der Heubacterien analog wären; denn diese besitzen gerade die Fähigkeit der Deckenbildung als charakteristisches Merkmal. Allein die gegenwärtig erhaltenen Decken stimmten mit jenen der Heupilze noch nicht völlig überein; und zwar differirte nicht die mikroskopische Beschaffenheit, die bei der Uebereinstimmung der Formen sowohl mit ächten Milzbrandbacterien als auch mit ächten Heupilzen keine Entscheidung geben konnte, sondern die äusserliche, mit blossem Auge erkennbare. Während näm-

Digitized by Google

lich die Decken der Heupilze an der Oberfläche trocken, meist gerunzelt, von bedeutender Festigkeit und schwer unterzutauchen sind, so zeigten sich diese im Gegentheil von glattem, schleimigem Ansehen und sehr lockerem Gefüge, so dass eine geringe Erschütterung genügte, um theilweise oder gänzliche Auflösung derselben in flockige Massen, welche zu Boden sanken, herbeizuführen.

Von grösserer Wichtigkeit aber war das Verhalten der gezüchteten Pilze in Heuaufguss. Wie erwähnt verhindert die geringe Säuremenge desselben die ächten Milzbrandbacterien an jeder Vegetation, während die Heupilze ihre normalen, dichten Decken darin erzeugen. Die gegenwärtig erhaltenen Pilze nun verhielten sich in besonderer und ganz unerwarteter Weise. Bei Aussaat derselben in Heuaufguss trat zwar Vegetation ein; aber dieselbe ging bei allen angestellten Versuchen ausserordentlich langsam von statten und blieb stets geringfügig, so dass auch am Schlusse derselben nur eine sehr kleine Menge von Pilzen gebildet war. Ebenso auffallend zeigte sich dabei die Form des Wachsthums. Bei klarer Flüssigkeit bildeten sich nämlich höchst schwache, durchsichtige Ueberzüge an der Oberfläche, die nur am Rande der Flüssigkeit ein wenig stärker wurden und dadurch etwas weissliche Färbung bekamen. Das ganze Verhalten zeigte somit, dass die gegenwärtig erhaltenen Pilze zwar nicht mehr so empfindlich gegen geringe Säuremengen waren wie die ächten Milzbrandbacterien, dass sie sich vielmehr den Heupilzen in dieser Beziehung bereits annäherten; dennoch aber schien die Säure auf sie noch in bedeutendem Masse schädlich zu wirken. Damit stimmte denn auch der mikroskopische Befund überein; die Pilze, welche im Heuaufguss entstanden waren, zeigten nämlich ein verkümmertes, pathologisches Aussehen, wie es sich stets findet, wenn Milzbrand- oder Heupilze unter ungünstigen Ernährungsbedingungen vegetiren.

Digitized by Google

Nach diesen Merkmalen musste angenommen werden, dass hier eine, bis dahin unbekannte physiologische Mittelform zwischen den ächten Milzbrand- und den ächten Heupilzen vorliege. Von beiden unterschied sich dieselbe durch ihre Wachsthumsart in künstlichen Nährlösungen, besonders aber durch ihr Verhalten gegen die geringe Säuremenge des Heuaufgusses, von den Milzbrandbacterien ausserdem durch den Mangel infectiöser Wirksamkeit. Denn von der 36. Züchtung ab waren die vorgenommenen Impfungen erfolglos geblieben.

Die Züchtung dieser Mittelform von Pilzen wurde nun bei ruhender Nährlösung weiter geführt. Für die nächsten zweihundert Generationen diente hiezu Lösung von blossem Fleischextract. Der Zuckerzusatz konnte desshalb weggelassen werden, weil die anfänglich mit dessen Anwendung verbundene Absicht, bei den Milzbrandbacterien durch langdauerndes Wachsthum in zuckerhaltigen Nährlösungen allmählig vielleicht Gärthätigkeit hervorzubringen, sich durchaus nicht realisirt hatte.[1]) Nach Zurücklegung der 1100. Pilzgeneration wurde wieder ein Versuch gemacht, die gezüchteten Bacterien in Heuaufguss wachsen zu lassen. Der Erfolg war ein überraschender; es trat ziemlich reichliche Vermehrung ein mit Bildung einer schleimigen, lockeren Decke aus Stäbchen und Sporen. Man war also der Uebereinstimmung mit den Heubacterien wieder um ein beträchtliches Stück näher gerückt; denn die ehemaligen Anthraxpilze vermochten nun beinahe ebensogut geringe Säuremengen zu ertragen wie jene. Nur die Beschaffenheit der Decken war in beiden Fällen noch deutlich verschieden; doch konnte kaum mehr bezweifelt werden, dass auch diese letzte Umänderung noch gelingen werde.

---

1) Auch fortgesetzte Züchtung der Anthraxpilze in Milch (durch $2^1/_2$ Monate) hatte den gleichen negativen Erfolg.

Digitized by Google

Als richtigster Weg hiezu empfahl sich offenbar die Fortsetzung der Züchtung gerade in Heuaufguss, weil in dieser Nährlösung die Eigenthümlichkeiten der ächten Heupilze am vollsten zur Geltung kommen. In der That gelang es durch eine Reihenfolge weiterer Züchtungen in der genannten Lösung die Decken allmählig trockner und fester, schliesslich vollkommen von jener gelbbräunlichen Farbe und stark gerunzelten Beschaffenheit zu erhalten, wie sie jenen der ächten Heupilze eigen sind. Ausserdem hatte sich während dieser letzten Züchtungsreihe auch die bei der mikroskopischen Beobachtung so auffallende, lebhafte, wimmelnde Bewegung der Stäbchen eingestellt, welche den Heubacterien bei gewisser Ernährungsweise eigenthümlich ist, den ächten Milzbrandbacterien jedoch und auch den Uebergangsformen abgeht.[1])

Nach 1500 Pilzgenerationen, welche zusammen im Laufe eines halben Jahres zurückgelegt worden waren, musste die Umwandlung der Milzbrandbacterien in Heubacterien als vollendet angesehen werden; denn es war unmöglich, einen Unterschied zwischen den durch Züchtung aus ersteren erhaltenen Pilzen und den ächten, unmittelbar rein cultivirten Heupilzen aufzufinden.

Umänderung der Heubacterien in Milzbrandbacterien.

Der genetische Zusammenhang der Heubacterien mit den Milzbrandbacterien war nunmehr sicher gestellt, und

---

1) Auch die ächten Milzbrandbacterien zeigen allerdings unter Umständen bei künstlicher Ernährung Eigenbewegungen. Dieselben sind jedoch bei weitem langsamer als jene der Heubacterien. Uebrigens ist das Fehlen von Eigenbewegungen bei der einzelnen mikroskopischen Beobachtung durchaus kein zuverlässiges Merkmal für die eine oder andere der in Rede stehenden Pilzformen, da auch die Heubacterien in vielen Fällen keine Eigenbewegungen zeigen.

Digitized by Google

zugleich hatte die genauere Kenntniss der letzteren ihre geringe Befähigung zur Vermehrung ausserhalb des thierischen Organismus und damit zur Behauptung gegenüber anderen, concurrirenden Pilzformen erwiesen. Um so mehr musste sich nun die Frage aufdrängen, ob nicht die häufig stattfindende autochthone Entwicklung des Milzbrandes auf eine in der Natur eintretende Umänderung der Heupilze in die infectiöse Form zu beziehen sei.

Den einzigen thatsächlichen Anhaltspunct in Bezug auf das experimentelle Studium dieser Verhältnisse bot die Erscheinung, dass Milzbrandbacterien, die ihre infectiöse Wirksamkeit durch fortgesetzte Züchtung beinahe verloren hatten, im thierischen Organismus dieselbe wieder von neuem erhielten. Die gleichen Bedingungen, welche hier gewirkt hatten, mochten auch für die Umänderung der Heubacterien in die infectiöse Form sich günstig erweisen. Diese Bedingungen liegen aber kaum ausschliesslich in der chemischen Beschaffenheit der thierischen Säfte. Sonst müsste eine Lösung von Eiweiss oder vielmehr, da die Pilze dasselbe nur in löslicher Form assimiliren können, von Eiweisspepton ungefähr das gleiche leisten. In der früheren Züchtungsreihe hatte jedoch Ernährung mit künstlich dargestelltem Eiweisspepton das Verschwinden der infectiösen Eigenschaften nicht verhindert. Daraus geht hervor, dass höchst wahrscheinlich andere, noch unbekannte Bedingungen im Spiele sind, die wohl in thierischen Flüssigkeiten, nicht aber in künstlichen Nährlösungen sich erfüllt finden.

Zunächst lag jedenfalls, nach Analogie jener Impfversuche die Cultur im lebenden thierischen Organismus zu versuchen. Es wurden daher mit den ächten, von gewöhnlichem Heu durch Kochen des Aufgusses unmittelbar rein cultivirten Heupilzen einige grössere Versuchsreihen an Kaninchen ausgeführt.

Ein grosser Theil dieser Experimente zielte dahin,

Digitized by Google

durch Steigerung der Pilzquantität den Mangel an infectiöser Wirksamkeit zu ersetzen. Die Heupilze wurden zu diesem Zweck in eiweisshaltigen Nährflüssigkeiten unter Sauerstoffzufuhr bei Ausschluss anderer Pilze gezüchtet, und diese stark pilzhaltigen Flüssigkeiten zu den Injectionen verwendet. Meist befanden sich darin zugleich Stäbchen und Sporen; jedenfalls fehlten die letzteren niemals und oft waren sie beinahe ausschliesslich in der Injectionsflüssigkeit vertreten. Als Ort der Anwendung diente nur in wenig Fällen das Unterhautzellgewebe oder die venösen Bahnen, in den allermeisten die Peritonealhöhle, die nach Wegner's lehrreichen Versuchen zur Ueberleitung von Pilzen in den Kreislauf ungemein geeignet ist.

Das Resultat dieser intraperitonealen Injectionen bestand darin, dass kleinere Mengen von Pilzflüssigkeit, 1—6 ccm, in der Regel ohne wahrnehmbare Wirkung blieben. Erst bei grösseren Injectionsmengen erfolgte in der Mehrzahl der Fälle tödtlicher Ausgang, meist innerhalb 24 Stunden. Die Untersuchung der Organe ergab hier beinahe stets reichlichen Gehalt derselben an Heubacterien, und zwar auf alle Organe gleichmässig vertheilt. Der letztere Umstand deutete schon darauf hin, dass es sich hier um eine einfache Vertheilung der injicirten Pilze im Körper handle und nicht um einen infectiösen Process. Denn in der Regel finden sich beim Milzbrand der Kaninchen Lunge und Milz bedeutend reicher an Bacterien als Leber und Nieren. Ausserdem war die Krankheitsdauer viel zu kurz, als dass die Umänderung der injicirten Heupilze in Milzbrandbacterien hätte erfolgen können. In der That ergaben die Controlimpfungen mit diesen Pilzen auf andere Thiere sämmtlich negatives Resultat.

Die Todesursache lag hier wesentlich in der Vergiftung durch die eingespritzten Zersetzungsstoffe der Heupilze, deren Wirkung durch Hyperaemie und theilweise Ecchymosir-

Digitized by Google

ung des Magens und fast des ganzen Darmtractus und blutige Färbung des diarrhoischen Darminhalts sich äusserte.[1])

Wenn nun aber doch eine geringe Vermehrung der Pilze und damit eine beginnende Umwandlung ihrer Natur stattgefunden hatte, der nur der Vergiftungstod des Thieres hindernd in den Weg trat, so war vielleicht durch Uebertragung der Pilze in einen zweiten Organismus und von diesem in einen folgenden eine Fortsetzung der Umänderung zu erreichen. Ein derartig angestellter Versuch liess jedoch bei der 5. Uebertragung bereits so deutliche Zeichen septischer Vorgänge erkennen, dass die Fortführung desselben aufgegeben werden musste. Zu dieser Zeit aber erwiesen die Controlimpfungen noch keine merkliche Umänderung in der Natur der Heupilze.

Es blieb also doch die Steigerung der Pilzquantität vorläufig der einzige Weg. Um hierbei die giftige Wirkung zu vermeiden, welche die Anwendung grösserer Mengen nach dem bisherigen Verfahren verbot, bestrebte ich mich, die Heupilze möglichst von ihren Zersetzungsstoffen zu befreien. Hiezu benützte ich die Eigenschaft derselben, bei ruhiger Nährlösung in Form dünner Decken zu vegetiren. Durch Diffusion müssen hier die gebildeten Zersetzungsstoffe fortwährend in der übrigen Lösung vertheilt werden, und bei abgelaufener Vegetation kann die abgehobene Decke ihrer Flüssigkeitsmenge entsprechend nur etwa den 100. Theil der gelösten schädlichen Substanzen enthalten.

Trotz dieser Vorsichtsmassregeln hatten die mit grossen Pilzmengen ausgeführten Injectionen in den Peritonealraum sämmtlich rasch tödtlichen Erfolg unter den Erscheinungen

---

1) Durch eine Reihe besonderer Versuche habe ich nachgewiesen, dass die Zersetzungsstoffe, welche durch reincultivirte Heu- oder Milzbrandbacterien gebildet werden, an und für sich d. h. bei Ausschluss der Pilze giftig wirken, analog den chemischen Producten der Fäulniss, welche dem Lebensprocess der Fäulnisspilze ihre Entstehung verdanken.

Digitized by Google

der Vergiftung. Da es nun möglich schien, dass die Diffusion die Zersetzungsstoffe aus den Pilzdecken noch ungenügend entfernt hatte, so wurden einige Versuche angestellt, wobei die Pilzdecken erst zerrieben, dann in viel reinem Wasser vertheilt und schliesslich von letzterem durch rasches Absaugen desselben wieder befreit wurden. Aber auch in diesen Fällen war die Wirkung der Injectionen nicht minder giftig.

Diese Erscheinung ist nur erklärlich unter der Voraussetzung, dass die Heupilze selbst toxisch wirkende Substanzen enthalten. Denn nur in diesem Falle können die letzteren durch einfaches Auswaschen nicht entfernt werden. Dafür sprechen aber auch andere Gründe. Für den Fall nämlich, dass die giftigen Stoffe hauptsächlich durch Gärung und somit, wie dies für die Gärungsproducte der Sprosshefe anzunehmen ist, vorzugsweise ausserhalb der Zellen gebildet werden, ist doch nach Analogie anderer pflanzlicher Zellen sehr wahrscheinlich, dass kleine Mengen davon aus der Lösung in's Innere der Pilze aufgenommen werden. Im andern Falle aber, wenn der grösste Theil der giftigen Verbindungen dem Stoffwechsel der Pilze seinen Ursprung verdankt, versteht es sich von selbst, dass gewisse Quantitäten davon im Zellinnern vorhanden sind.[1])

Gerathen nun die Pilze unter nachtheilige Bedingungen,

1) Der Befund von Anders (Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie Bd. VII. S. 1.), dass der toxisch wirkende Pilzrückstand aus Pasteur'scher Nährlösung durch oftmaliges Auswaschen seine giftige Wirksamkeit verliert, erklärt sich durch den dabei stattfindenden längeren Aufenthalt der Pilze im Wasser. Denn in diesem Falle können allerdings durch die eintretende langsame Diffusion mit der Zeit die gelösten Stoffe aus dem Innern der Pilze entfernt werden; da übrigens die Pilze im Wasser jedenfalls kümmerlich weiter vegetirten, so musste ausserdem eine allmählige Erschöpfung, ein Involutionsprocess bei denselben sich einstellen, der nothwendig zur Ausscheidung der gelösten Substanzen führte.

Digitized by Google

welche die Involution und das schliessliche Absterben veranlassen, dann müssen die gelösten Stoffe aus dem Innern der Zelle in die umgebende Flüssigkeit übertreten. Solche Bedingungen sind aber für die Pilze im Innern des thierischen Organismus überall da gegeben, wo dieselben nicht zum Wachsthum und zur Vermehrung gelangen können, und dies war für den grössten Theil der injicirten Heupilze jedenfalls der Fall.

Somit bestand keine Aussicht, auf dem bisherigen Wege zum Ziele zu kommen. Die Anwendung grösserer Mengen von Pilzen führte jedesmal zum rasch tödtlichen Ausgang; geringere Quantitäten aber blieben ohne merkliche Wirkung. Die Pilze gelangten also in diesen letzteren Fällen trotz der reichlich dargebotenen Nahrung nicht zum Wachsthum; denn, hätten sie sich vermehrt, so wären Krankheit und schliesslich der Tod des Thieres die unausbleibliche Folge gewesen.

Der Grund für diese merkwürdige Erscheinung kann wohl kaum in der Anwesenheit irgend eines bestimmten, auf die Heupilze schädlich wirkenden Stoffes im thierischen Organismus gesucht werden. Denn gerade diese Pilze sind gegenüber den Milzbrandbacterien im Ertragen der verschiedensten giftigen Substanzen bei weitem im Vortheil, und zeigen sich überhaupt, ausserhalb des Körpers, widerstandsfähiger gegen jede Art von schädlicher Einwirkung. Wir werden desshalb dahin geführt, die physiologischen Functionen des Gewebes selbst, d. h. diejenigen Vorgänge, an welche der Bestand des Lebensprocesses geknüpft ist, als Quelle jener nachtheiligen Einflüsse zu betrachten.[1])

---

1) Ich erinnere hier an die molecular-physiologische Gärungstheorie Nägeli's, welche die Schwingungszustände des lebenden Plasma der Hefezelle auf das Gärmaterial übergehen und dadurch den Vorgang der Gärung zu Stande kommen lässt. In analoger Weise wäre nach Nägeli auch die unbestreitbar vorhandene Einwirkung gärender Hefezellen auf

Digitized by Google

Das nächste Mittel zur Verminderung dieser Einwirkungen liegt alsdann in der Herabsetzung der physiologischen Thätigkeit des Gewebes, sei es nun, dass dieselbe durch Beschränkung der Blutzufuhr zu einem Organe oder durch abnorme Temperatur oder durch Vergiftung u. s. w. hervorgebracht wird. In Bezug auf letztere Einwirkung hatten die bisherigen Versuche hinlänglich gezeigt, dass eine Intoxication des ganzen Organismus nicht zum gewünschten Ziele führen könne. Mehr durfte man in dieser Hinsicht erwarten, wenn nur ein einzelnes Organ oder eine abgegrenzte Partie desselben zur Vermehrungsstätte der Pilze gewählt wurde. Denn in diesem Falle konnte eine viel stärkere und länger andauernde Schwächung der physiologischen Thätigkeit des Gewebes ohne directen Nachtheil für das Leben des Thieres hervorgerufen werden.

Eine Reihe derartiger Versuche bestand in Injectionen reiner Heupilze in das Kaninchenohr nach vorhergängiger Unterbindung der entsprechenden Carotis. Durch letzteres Verfahren hatte bekanntlich Samuel[1]) die Wirkung fauliger Substanzen auf das Gewebe, die sonst nur eitrige Entzündung erregt hätten, bis zur Erzeugung von Brand zu steigern vermocht. Gleichzeitig versuchte ich die Einbringung grösserer Mengen von Heupilzen in frische Muskelwunden, deren Umgebung durch heisses Wasser verbrüht und dadurch, bis auf eine gewisse Tiefe, getödtet war. Aber auch diese Experimente führten nicht zu dem gewünschten Ziele eines Wachsthums der Heupilze im thierischen Gewebe. Vielmehr entstand bei den Injectionen in's Ohr meist Entzündung mit Ausgang in Brand, bei den Muskelwunden eine langwierige Eiterung. Von den Heupilzen war in beiden Fällen stets in Kurzem nichts mehr nachzuweisen.

andersartige Pilzzellen zu denken, die sich im Wirkungsbereich der ersteren befinden. (C. v. Naegeli, Theorie der Gärung. München 1879).

1) Archiv f. experim. Pathologie I. Band 1874. S. 317.

Digitized by Google

Die Ursache dieser letzteren Misserfolge lag offenbar zunächst in dem Sauerstoffbedürfnisse der Heubacterien, welches in den Muskeln und andern sauerstoffarmen Geweben keinesfalls befriedigt werden kann. Ich erinnere in dieser Beziehung daran, dass auch die Milzbrandbacterien nur innerhalb des Gefässsystems, nur im sauerstoffhaltigen Blute sich vermehren, wofür uns, abgesehen von der mikroskopischen Untersuchung, das charakteristische Fehlen entzündlicher Erscheinungen beim Milzbrand Zeugniss gibt. Denn entzündliche Processe würden in den Geweben wohl nicht fehlen, wenn die Pilze daselbst zur Vermehrung kämen.[1]) Ganz anders wird dieses Ver-

---

1) Da hier die bereits erkannten Eigenschaften der Pilze in pathologisch-physiologischer Beziehung eine wichtige Aufklärung geben, so möchte ich die angedeutete Anschauung über den Milzbrand etwas näher begründen.

Vollständig ausgeprägt ist der Mangel entzündlicher Vorgänge beim Milzbrand kleinerer Thiere, wie z. B. der Kaninchen und Mäuse, bei denen mit Ausnahme des mikroskopischen Nachweises der Pilze meist kein anderer pathologischer Befund getroffen wird als eine mehr oder weniger beträchtliche Schwellung der Milz. Aber auch die Hämorrhagien und die serösen Transsudate, welche beim Anthrax grösserer Thiere als charakteristisch gelten, sind nicht als Folgen entzündlicher Processe aufzufassen, sondern als Anzeichen einer bestimmten Veränderung der Gefässwände.

Eine Ausnahme hievon scheint jedoch der Milzbrandcarbunkel zu machen, bei dem entzündliche, ja sogar brandige Erscheinungen die Regel sind. Nach Bollinger (v. Ziemssen's Handb d. spec. Pathologie und Therapie. II. Auflage. 1876. III. Bd. Zoonosen. S. 520.) findet man nun bei der mikroskopischen Untersuchung der Carbunkel „in den bedeutend erweiterten Capillaren neben einer Anhäufung farbloser Blutkörperchen zahlreiche Bacterien und eine feinkörnige Masse, die theils aus metamorphosirten Blutbestandtheilen theils aus Bacterienkeimen besteht." Das für uns Wichtige bei dieser Angabe ist, dass ausser den wohlbekannten Milzbrandbacterien noch andere Gebilde wahrgenommen wurden, die für Pilze gehalten werden mussten. Bei den geringen Erfahrungen, welche damals noch über die Physiologie

Digitized by Google

hältniss bei solchen Pilzformen sein, die des Sauerstoffs ohne Nachtheil entbehren können wie z. B. bei den gewöhnlichen Fäulnissbacterien. In der That ist es durch

---

der Milzbrandbacterien existirten, konnten diese körnchenförmigen Pilze wohl für Keime oder Sporen derselben gehalten werden. Nun bilden sich aber die Sporen nur unter ganz bestimmten Bedingungen, die im Innern des thierischen Gewebes fehlen. Jene feinkörnige Masse kann daher, soweit dieselbe aus Pilzen bestand, nur irgend welche einzellige, mit den Milzbrandbacterien genetisch nicht zusammenhängende Schizomyceten enthalten haben. Die Ansiedlung und Vermehrung solcher fremder Pilze wäre in diesem Falle als eine secundäre Erscheinung zu betrachten und als abhängig von der vorausgehenden Vegetation der Milzbrandbacterien. Durch die Anhäufung der Bacterien in den Capillaren wird nämlich locale Stauung des Kreislaufes und dadurch Ernährungsstörung in den umliegenden Gewebspartien erzeugt werden können, ausserdem aber auch Vergiftung dieser angrenzenden Theile durch die ausgeschiedenen Zersetzungsstoffe. Beide Einflüsse begünstigen, wie dies im Texte zur Sprache kommen wird, die Vermehrung solcher Pilze, welche des Sauerstoffs zu ihrer Existenz nicht bedürfen. Das Auftreten entzündlicher Reizung, ja sogar brandiger Erscheinungen wäre nun meines Erachtens als Folge dieser letzteren Pilzentwicklung aufzufassen und nicht als unmittelbare Wirkung der Milzbrandbacterien, die nur innerhalb der Blutgefässe und nur insoweit vermehrungsfähig sind, als die Blutcirculation noch Sauerstoff herbeizuschaffen vermag.

Diese Annahme eines doppelten Parasitismus würde übrigens auch darauf hindeuten, wesshalb beim rasch tödtlich verlaufenden Impfmilzbrand fast niemals Carbunkel entstehen. Der doppelte Parasitismus, der zum Carbunkel führt, würde naturgemäss länger zu seiner Entwicklung brauchen als der einfache, und der Tod wäre daher in diesen Fällen ein zu frühzeitiger, als dass eine Ausbildung solcher Processe erfolgen könnte. Beim spontanen Anthrax verlaufen allerdings die wahrnehmbaren Krankheitserscheinungen oft ebenfalls sehr kurz. Dies beweist jedoch nicht, dass keine schleichende Entwicklung der Krankheit, keine längere Incubation vorausging, während deren die Carbunkeln, z. B. auf der Darmschleimhaut, sich ausbilden konnten. Die gegenwärtigen Untersuchungen werden noch darauf hinführen, dass eine solche Incubationsperiode beim spontanen Milzbrand sehr wahrscheinlich ist.

Die erysipelatösen Processe endlich, welche beim Anthrax nicht selten beobachtet werden, dürften meines Erachtens für die ent-

Digitized by

[illegible]

[illegible] gemacht hatte.

[illegible] Experimente, welche [illegible] unmittelbar im thierischen Körper zur [illegible] und damit zur Annahme infectiöser [illegible]

[illegible] der Milzbrandbacterien vorläufig [illegible] als die Carbunkel, da ihre [illegible] erfolgen kann, wie es für letztere [illegible] Beides sind eben Complicationen, die nicht [illegible] bilde gehören und daher, wie ich glaube, [illegible] bacterien nicht unmittelbar begründet sind.

Digitized by Google

Eigenschaften zu bringen. Es musste jetzt die Züchtung in thierischen Flüssigkeiten ausserhalb des Körpers versucht werden.

Allerdings können derartige Nährflüssigkeiten nicht durch Erhitzen desinficirt werden; desshalb blieb es fraglich, ob die Fäulnisspilze, die möglicherweise in diesen Materialien bereits vorhanden waren, bei der Züchtung hintangehalten werden könnten.[1])

Die Züchtung in Eiereiweiss mit etwas Fleischextractlösung, welche zuerst unternommen wurde, hatte jedoch ein sehr befriedigendes Resultat. Es bildete sich an der Oberfläche, wo der Sauerstoff einwirken konnte, eine weissliche Decke, die nur aus Heupilzen und zwar Stäbchen und Sporen bestand. Auf diese Weise wurde mehrmals umgezüchtet. Alsdann hielt ich es für angezeigt, die weitere Cultur dieser, vermuthlich bereits etwas veränderten Pilze im Blute auszuführen, da ich mir hievon für den angestrebten Zweck mehr versprach als von einer fortgesetzten Züchtung in Eiereiweiss.

Die nöthigen Massnahmen bestanden darin, dass nur völlig gesunde Thiere (Kaninchen) zur Blutgewinnung genommen wurden, damit nicht etwa das Blut bereits fremde Pilze in grösserer Menge enthielt; dann in völliger Desinfection aller Instrumente und Apparate.[2]) Das Blut wurde der Carotis entnommen und direct in das Defibrinirungs-

1) Die Annahme, dass stets vereinzelte Spaltpilze innerhalb des Thierkörpers, im Blute und in den Geweben sich befinden, folgt meines Erachtens aus der Thatsache, dass Krankheitskeime so leicht in den Organismus gelangen. Auf demselben Wege, seien dies nun die Lungen oder der Darm, müssen nothwendig auch andere Spaltpilzformen, die sich in der Athemluft und im Darmcanal stets finden, in geringer Zahl in den Kreislauf und in die Organe gelangen, wo sie normaler Weise regelmässig zu Grunde gehen.

2) Unter vollständiger Desinfection verstehe ich, wenn nichts besonderes angegeben ist, die Erhitzung im Dampfkessel.

Digitized by Google

gefäss geleitet. Von da kam es in das Züchtungsgefäss, das während der Cultur sich im Schüttelapparate bei Körpertemperatur befand. Die Bewegung musste zum Zweck der Sauerstoffzufuhr angewendet werden. Ruhiges Stehenlassen wie bei der Eiweissflüssigkeit wäre hier unzweckmässig gewesen; die Blutkörperchen hätten sich dabei zu Boden gesenkt, ihr Sauerstoffabsorptionsvermögen, das den Pilzen zu gute kommen sollte, wäre gar nicht zur Wirkung gelangt.

Bei Infection mit einer sehr geringen Pilzmenge blieb das Blut unter diesen Bedingungen durchschnittlich 12 Stunden hellroth, arteriell und scheinbar unverändert. Alsdann bemerkte man die beginnende Auflösung der Körperchen an der eintretenden Carmoisinfärbung. In diesem Zeitpunkt oder wenig später wurde bereits in eine neue, frisch dem Thier entzogene Blutportion umgezüchtet. Es ist indess von Interesse, auch die weiteren Veränderungen des Blutes zu kennen.

Von der 15. Stunde an wurde dasselbe allmählig dunkelroth und vollständig lackfarben. Niemals ward fauliger Geruch bemerkt, sondern nur der eigenthümliche Blutgeruch und, bei längerdauerndem Pilzwachsthum, etwa nach Ablauf von 24 Stunden, jedesmal eine Entwicklung von reinem Ammoniak, das auch leicht in der Luft des Züchtungsgefässes nachgewiesen werden konnte. Es verhielt sich also das Blut in dieser Hinsicht wie alle andern Nährsubstanzen, bei denen bisher die Zersetzungsvorgänge durch Reinculturen von Heupilzen studirt worden waren.

Die mikroskopische Untersuchung ergab zur Zeit der beginnenden Auflösung der Blutkörperchen stets schon die Anwesenheit zahlreicher Heubacterien. Andere Spaltpilze wurden in den ersten 24 Stunden niemals gefunden. Wohl aber stellten sich dieselben, bei fortgesetztem Schütteln des Blutes, am 2. oder 3. Tage ein, indem gleichzeitig an den

Digitized by Google

Heubacterien die von zahlreichen anderweitigen Erfahrungen her wohlbekannten mikroskopischen Erscheinungen der Involution mit aller Deutlichkeit sich zeigten, welche hauptsächlich in unregelmässiger Aufquellung, Zusammenziehung des Zellinhalts und endlich in Zerfall zu einem Körnerhaufen bestehen. Sporenbildung trat in diesen Versuchen während des Schüttelns nicht ein.

Die Erscheinung, dass bei diesen Blutzüchtungen in den ersten 24 Stunden keine der überall verbreiteten Spaltpilzformen z. B. keine Fäulnisspilze auftraten, während die Heubacterien sich reichlich vermehrten, ist ohne Zweifel bedeutungsvoll, bedarf aber noch der näheren Aufklärung. Jedenfalls lag der Grund nicht darin, dass solche Keime vollständig fehlten. Dies beweist schon das Auftreten fremder Pilze am zweiten Tage. Es musste also eine besondere Ursache wirksam sein, welche diese Spaltpilzformen so vollkommen darniederhielt, dass in den ersten 18 Stunden noch keine irgend merkliche Vermehrung derselben erfolgte. Das letztere schliesse ich nämlich nicht aus dem Ergebniss der mikroskopischen Untersuchung, die bei einer stark eiweisshaltigen Flüssigkeit über die Anwesenheit kleinerer Spaltpilzformen keinen sichern Aufschluss gibt, sondern aus den angestellten Controlzüchtungen in eiweissfreie Nährlösungen, die absolute Reinculturen von Heupilzen lieferten.

Zu vermuthen steht, dass es sich dabei um die gleichen Einflüsse handelt, die auch im lebenden Körper eine Vermehrung von Fäulnisspilzen im Blute bei normalen Zuständen verhindern; es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Wirkungen auch nach der Entnahme des Blutes aus dem Körper noch eine gewisse Zeit andauern und erst allmählig, zugleich mit dem Leben des Blutes erlöschen werden.

Um so merkwürdiger bleibt es, dass die Heupilze unter den gleichen Umständen sich reichlich vermehrten. Man möchte glauben, dass dies mit ihrer Vorliebe für den

Digitized by Google

Sauerstoff zusammenhängt. Jedenfalls sind hier Räthsel, deren Aufklärung einen tiefen Einblick in die Natur der infectiösen Wirkung verschaffen wird.

Schon von der ersten Cultur im Blute an zeigte das Verhalten der Heupilze in den Controlzüchtungen, dass sich deren Natur geändert hatte.

In Fleischextractlösung bildeten die Pilze zwar Decken, aber nicht von der consistenten und trocknen Beschaffenheit jener der ächten Heupilze, sondern von schleimigem Ansehen und äusserst lockerem Gefüge, so dass eine leichte Erschütterung genügte, um dieselben zum Sinken zu bringen. Es traf dieses Verhalten mit demjenigen der Mittelformen zwischen Milzbrand- und Heupilzen, die in der früheren Züchtungsreihe erhalten worden waren, vollständig überein. Entscheidend aber in dieser Beziehung erwies sich die Controlzüchtung in Heuaufguss. Während die Heupilze in dieser Flüssigkeit reichliche Decken bilden, die Milzbrandbacterien dagegen vermehrungsunfähig sind, folgten die gegenwärtig erhaltenen Pilze keinem dieser beiden Extreme. Es trat ein spärliches Wachsthum ein, es bildete sich bei sonst klarer Flüssigkeit nur ein weisslicher Rand dort, wo die Oberfläche der Lösung die Glaswandung berührte. Dieser Rand bestand aus Stäbchen und Fäden von den Formen der Milzbrand- oder Heupilze, aber etwas krankhaft verändert, was mit der kümmerlichen Ernährung derselben vollkommen übereinstimmte.

Nach diesen Anhaltspuncten zu urtheilen stimmten die nunmehr erhaltenen Pilze mit jenen der 900. Generation der früheren Züchtung überein und hatten sich demgemäss, in der Richtung gegen die infectiöse Form bedeutend verändert. Es fragte sich nun zunächst, ob durch länger fortgesetzte Blutzüchtung eine weitere Umänderung zu erzielen sei. Bis zur 14. Cultur im Blute war diess indess nach Ausweis der Controlzüchtungen nicht der Fall, und

Digitized by Google

es ist somit sehr unwahrscheinlich, dass sie überhaupt möglich sei.[1]) Desshalb wurde jetzt von neuem zum Thierexperiment mit diesen veränderten Heupilzen übergegangen.

Eine grössere Zahl von Injectionsversuchen, die mit den Blutzüchtungen unmittelbar angestellt wurden, ergab, dass das Blut giftig wirkte, wenn die Züchtung schon 24 Stunden angedauert hatte, dagegen noch nicht bei 12—15stündiger Cultur. Aber auch in den letzteren Fällen entwickelte sich selbst bei Anwendung grosser Blutmengen kein Milzbrand.

Da Sporen zu diesen Versuchen günstiger sein mochten als Stäbchen, und da im geschüttelten Blute keine Sporen sich bildeten, so züchtete ich solche in Fleischextractlösung durch Aussaat aus einer der Blutculturen. Von dem erhaltenen Sporenbodensatz bekamen 15 weisse Mäuse steigende Mengen, von 0,1—1,0 ccm, unter die Rückenhaut injicirt. Hievon erholten sich die beiden mit der geringsten Injectionsmenge bald und blieben am Leben. Alle Mäuse, welche 0,3 ccm und mehr erhalten hatten, und eine der beiden mit 0,2 ccm injicirten starben am 1.—3. Tage. Bei allen fand sich an der Injectionsstelle beginnende oder fortgeschrittene Abscessbildung d. h. trübe graue Flüssigkeit mit viel von der Injection herrührenden Sporen aber noch viel mehr Fäulnisspilzen, obwohl eine Reincultur eingespritzt worden war. Mehrfach fand sich beträchtliche Milzschwellung; aber die Organe enthielten nur vereinzelte Heubacterien. Es handelte sich hier demnach vorwiegend um septische Vorgänge.

---

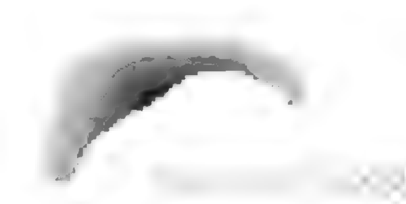
1) Die vollständige Umwandlung in Milzbrandbacterien käme wohl nur dann zu Stande, wenn das angewendete Blut vollständig die Eigenschaften des im Thierkörper kreisenden besässe, was gerade in Folge des Pilzwachsthums jedenfalls nur für den Anfang der Züchtung der Fall sein kann.

Digitized by Google

Bei der zweiten von denjenigen Mäusen dagegen, welche 0,2 ccm erhalten hatten, verlief die Sache anders. Dieselbe schien anfangs davonzukommen; denn am 2. und 3. Tage nach der Injection zeigte sie sich vollständig munter. Am 4. Tage jedoch wurde sie wider Erwarten todtgefunden. Bei der Section fand sich die Impfstelle am Rücken mit einer geringen harten Kruste bedeckt, kein Eiter darunter, die Musculatur jedoch an dieser Stelle ein wenig verfärbt. Das Peritoneum war klar und vollständig normal, ebenso alle Unterleibseingeweide; nur die Milz fand sich gewaltig vergrössert. Deren Untersuchung ergab sehr grosse Mengen der charakteristischen Milzbrandstäbchen. Ebenso enthielt die Lunge massenhaft Bacterien, Leber und Nieren dagegen sehr wenig. Der ganze Befund machte es sohin unzweifelhaft, dass hier ein Fall von Milzbrand vorliege. Zur vollständigen Gewissheit wurde übrigens aus der Milz mittels der Isolirungsmethode eine Reincultur hergestellt, welche in der That erkennen liess, dass es sich um ächte Milzbrandbacterien handle. Ausserdem erwiesen die vorgenommenen Controlimpfungen das gebildete Contagium als sehr wirksam, indem bei ganz kleinen Impfmengen (schon 0,005 mg der Milzsubstanz) der Tod längstens innerhalb 24 Stunden mit dem nämlichen Befunde des Milzbrandes erfolgte.

Ein zweiter Versuch an 17 weissen Mäusen mit Mengen von 0,1—0,8 ccm hatte ganz analogen Ausgang. Die geringsten Quantitäten blieben ohne weitere Folge, die grösseren führten zum Tod durch Abscedirung. Eine der mit 0,3 ccm injicirten schien sich am 2. Tage erholt zu haben. Am 5. jedoch fand sie sich todt, und die Section und die vorgenommenen Controlversuche ergaben ausgesprochenen Milzbrand.

Es wurden nun bei 5 Kaninchen Injectionen mit 1—12 ccm der etwas verdünnten Sporenflüssigkeit in den Peritonealraum ausgeführt. Eines dieser Thiere zeigte sich



gleich am folgenden Tage krank und erlag am 5. Tage unter peritonitischen Erscheinungen. Die übrigen 4 erholten sich nach der Einspritzung bald und wurden in den folgenden Tagen vollständig munter. 3 davon blieben auch am Leben, das 4. jedoch fand sich am 5. Tage unvermuthet todt. Die Section ergab vollständiges Fehlen aller entzündlichen Erscheinungen; der Peritonealüberzug aller Unterleibsorgane erwies sich vollkommen ungetrübt, ebenso die Organe mit Ausnahme der Milz normal. Die letztere dagegen war merklich geschwollen. Mit Ausnahme dessen war überhaupt kein abnormaler Befund für die Besichtigung mit blossem Auge vorhanden. Die Untersuchung der Milz und Lunge ergab dagegen das Vorhandensein massenhafter Stäbchen von dem charakteristischen Aussehen der Milzbrandbacterien; Leber und Nieren enthielten nur vereinzelte solche Pilze. Die vorgenommenen Controlimpfungen und Züchtungsversuche endlich machten es zweifellos, dass hier wiederum ein Fall von ächtem Milzbrand vorlag.[1])

Diese Resultate bestätigten also die gehegte Erwartung. Sie sind von entscheidender Bedeutung, weil bei dem geübten Infectionsverfahren eine unabsichtliche Uebertragung von ächtem Milzbrandcontagium auf die Thiere vollständig ausgeschlossen war. Ausserdem wurden auch Stallungen zum Aufenthalt der Versuchsthiere benützt, in denen noch niemals Milzbrandfälle sich ereignet hatten.

---

1) Wegen der grossen Wichtigkeit dieser Resultate habe ich geglaubt, die Diagnose auf Milzbrand gegen allfällige Zweifel möglichst sicher stellen zu sollen, und desshalb Organtheile vom obigen Falle an Herrn Professor Bollinger gesandt mit der Bitte, durch Impfungen das Vorhandensein des ächten Milzbrandcontagiums seinerseits constatiren zu wollen. Das Resultat dieser Controlversuche, welches Herr Professor Bollinger der morphologisch-physiologischen Gesellschaft in München mittheilte, lautete in der That dahin, dass durch Impfung mit Theilen der übersandten Organe eclatanter Milzbrand mit allen dazu gehörigen Befunden erzielt worden sei.

Digitized by Google

Die lange Incubationsdauer von 4—5 Tagen, während deren die Thiere völlig munter waren, charakterisirte überdies unverkennbar diese, nach Pettenkofer's Bezeichnungsweise, ektogen erzeugten Milzbrandfälle gegenüber den contagiös oder endogen hervorgerufenen, bei denen, wenigstens für die Mäuse, der Tod 24 oder längstens 48 Stunden nach der Impfung zu erfolgen pflegt; diese längere Zeitdauer ist wohl erforderlich, damit die Umwandlung der veränderten Heupilze im Körper in Milzbrandbacterien erfolgen kann.

Bezeichnend war endlich die Erscheinung, dass in den beiden, an Mäusen ausgeführten Versuchsreihen gerade die mittlere Injectionsmenge positives Resultat ergab, d. h. die grösste, welche noch nicht zu Abscedirung und damit zu frühzeitigem Tode führte. Hierin lag schon eine Andeutung, dass das Procentverhältniss der positiven Fälle erhöht werden könne, wenn sich die Entstehung der Abscesse bei grösserer Impfmenge vermeiden liess.

Für die Theorie ist es allerdings genügend, wenn ein einziger, sicher constatirter Fall von Milzbrand durch Heubacterien in einwurfsfreier Weise erzeugt ist. In praktisch-aetiologischer Beziehung aber fragt es sich, unter welchen Bedingungen am leichtesten der ektogene Infectionsstoff im Thierkörper in endogenen sich umzuwandeln vermag. Die Antwort auf diese Frage wird durch specielle Versuche bei verschiedenen Thierspecies erbracht werden müssen, weil die verschiedene thierische Organisation hier jedenfalls von merklichem Einflusse ist.

Vorläufig habe ich in dieser Beziehung nur bei den weissen Mäusen die Untersuchung weiter geführt, und zwar nach dem oben erwähnten Gesichtspunkte. Die Injectionsmenge musste vergrössert, die Entstehung von Abscessen aber hintangehalten werden.

Die injicirte Pilzflüssigkeit verweilt bei diesen Thierchen

Digitized by Google

offenbar längere Zeit unter der Haut; es treten Gewebesäfte in dieselbe, und, da die injicirten Heupilze an dieser sauerstoffarmen Stelle vermehrungsunfähig sind, so vermehren sich die Fäulnisspilze, welche in einer solchen Injectionsstelle nie fehlen, und es entsteht in Kurzem ein Fäulnissherd. Die Ursache dieser Pilzentwicklung liegt aber keineswegs in dem Erguss von Gewebssäften an und für sich; bei subcutanen Knochenfracturen sehen wir beispielsweise keine Abcesse sich bilden, einfach desshalb, weil die ergossenen Säfte der normalen Beschaffenheit der thierischen Flüssigkeiten noch nahe genug stehen, um gleich diesen eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen die Fäulnisspilze zu besitzen.

Der Grund der Abscedirung lag also hauptsächlich in der Verdünnung und Vergiftung der ergossenen Gewebeflüssigkeiten durch die injicirte Pilzflüssigkeit, wodurch dieselben zur Ernährung von Fäulnisspilzen ungemein geeignet wurden. Die Verdünnung wenigstens liess sich vollständig vermeiden durch Anwendung trockenen Impfmateriales. Hiezu wurden Leinenbändchen in die Sporenflüssigkeiten getaucht, alsdann getrocknet und unter die Rückenhaut der Mäuse gebracht. Auf diese Weise gelang es nun in der That ausserordentlich viel bessere Resultate zu erzielen. Nach Feststellung der richtigen Impfmenge konnte schliesslich in jedem einzelnen Falle durch die veränderten Heupilze nach Ablauf einer Incubationsdauer von 4—6 Tagen der Milzbrand mit allen charakteristischen Befunden erzeugt werden.

Der genetische Zusammenhang der Milzbrandbacterien mit den Heupilzen und die Möglichkeit des Uebergangs der einen in die andern ist damit vollkommen und in beiden Richtungen erwiesen. Zur Feststellung der natürlichen Aetiologie des Milzbrandes genügen diese Ergebnisse zwar noch nicht vollständig, da es ja nicht gelang, mit den

Digitized by Google

unveränderten Heupilzen den Milzbrand zu erzeugen und da die vielleicht besonderen Eigenschaften der an den Milzbrandlocalitäten vorkommenden Heupilze bisher noch nicht erforscht sind. Es lässt sich jedoch bereits erkennen, dass unseren Vorstellungen in dieser Beziehung eine wesentliche und grundsätzliche Aenderung bevorsteht, die auch für das praktische Verhalten nicht ohne Einfluss bleiben wird. Um so eher wird dies der Fall sein müssen, da die geltenden aetiologischen Theorien mit den Thatsachen durchaus im Widerspruche sich befinden.

Digitized by Google

Sitzung vom 6. März 1880.

Herr v. Nägeli legt vor und bespricht folgende Abhandlung:

„Versuche über die Entstehung des Milzbrandes durch Einathmung" von Dr. Hans Buchner.

Obwohl die Uebertragungsart vieler Infectionskrankheiten keinen Zweifel lässt, dass staubförmig in der Luft vertheilte Infectionsstoffe durch die Lungen direct dem Blute zugeführt werden können, so fehlt bisher doch die nähere Kenntniss dieses Vorgangs, welche nur das Experiment gewähren kann.[1]) Ein ausgezeichnetes Object bildet hiefür das Contagium des Milzbrandes, weil die Pilze, welche dasselbe darstellen, künstlich beliebig vermehrt und in die widerstandsfähige Dauerform übergeführt werden können, und weil ausserdem der Erfolg der Einathmung durch den eintretenden Tod des Versuchsthieres und den

1) Die mit nasser Zerstäubung tuberculöser Massen erhaltenen positiven Resultate von Tappeiner, Lippl und Schweninger beweisen nichts für einen directen Uebergang des eingeathmeten Infectionsstoffes in's Blut. Die wahrgenommenen Erfolge erklären sich vielmehr dadurch, dass die zerstäubten Substanzen in den feineren Bronchiolen abgelagert wurden und hier zunächst begrenzte Infectionsherde bildeten, von denen aus in der Folge erst die allgemeine Infection sich entwickelte.

Digitized by Google

Nachweis des Milzbrandes sich zweifellos und innerhalb kurzer Zeit constatiren lässt.

Eine Reihe mit diesen Pilzen unternommener Einathmungsversuche, welche im pflanzen-physiologischen Institut des Herrn Professor v. Nägeli ausgeführt wurden, ergab denn in der That, dass bei Anwendung der richtigen Bedingungen ungemein leicht auf dem Athmungswege Infection erzielt werden kann.

Mit Rücksicht auf die natürlichen Verhältnisse schien es am wichtigsten, die Einathmung trockenen Pilzstaubes zu untersuchen. Es müssen hiezu Sporen verwendet werden, weil die Milzbrandbacterien durch stärkeres Austrocknen ihre infectiöse Wirksamkeit einbüssen. Da in der Natur wohl niemals reiner Pilzstaub, d. h. Staub, der nur aus Pilzen besteht, in die Lungen gelangen wird, so wurden auch hier chemisch indifferente, feine Pulverarten als Träger der Pilze gewählt, indem dieselben mit der Sporenflüssigkeit benetzt, dann bei Körperwärme getrocknet und wieder zerrieben wurden. Es ist sehr wichtig darauf zu achten, dass die Pilzflüssigkeit möglichst wenig klebrige organische Stoffe in Lösung enthält, und dass eine geringe Menge derselben auf viel Pulver verwendet wird. Andernfalls kleben die feinsten Staubtheilchen, welche bei der Einathmung gerade die wirksamsten sind, untrennbar zusammen.

Zu den Versuchen dienten ausschliesslich weisse Mäuse, die bekanntlich eine grosse Empfänglichkeit für Milzbrand besitzen. Die Zerstäubung erfolgte in einem geschlossenen Raume, für dessen Trockenheit durch ergiebige Ventilation gesorgt werden muss.[1])

---

1) Es ist nicht leicht, geringe Mengen pulverförmiger Substanzen in einem kleinen Behälter gleichmässig andauernd zu zerstäuben. Ein continuirlich blasender Luftstrom, auf diejenige Stelle gerichtet, an der

Digitized by Google

Verschiedene Pulverarten wurden allmählig durchprobirt, nämlich Holzkohle, Talk,[1]) gebrannte Magnesia. Schwefelmilch, Bärlapp-Samen und solcher von Lycoperdon giganteum (Riesenpulverschwamm), Stärkemehl, endlich Strassen- und Zimmerstaub. Die Stäubungsfähigkeit dieser Pulver nach der Benetzung mit Sporenflüssigkeit und folgender Wiederaustrocknung war jedoch eine sehr verschiedene. Die meisten Substanzen zeigten sich nach dieser Procedur sehr ungeeignet, wiederum feinen Staub zu geben. Befriedigend war das Verhalten nur bei Holzkohle und Talkpulver. Diese beiden Staubarten waren es auch, welche bei den Einathmungsversuchen positive Resultate und zwar mit überraschender Sicherheit ergaben.

In 24 Fällen, bei je einmaliger Einathmung von Kohlen- oder Talk-Sporenpulver in der Dauer von $^1/_4$—2 Stunden, erfolgte der Tod an Milzbrand nach Ablauf von 1—3 Tagen. Die Gesammtzahl der Versuche mit diesen beiden Pulverarten war selbstverständlich etwas grösser, da bei nicht genügend vorsichtiger Bereitung des Pulvers die Einathmung erfolglos blieb. Aber es kam vor, dass von 8 unmittelbar nach einander mit demselben Staube ausgeführten Versuchen, von denen keiner länger als 30

---

sich der Staub befindet, bewirkt zwar ein einmaliges Aufwirbeln des letzteren, aber nicht eine fortgesetzte Zerstäubung, weil der wieder zu Boden sinkende Staub an andern Stellen sich ablagert als an derjenigen, auf welche der Luftstrom trifft. Dem kann theilweise abgeholfen werden, wenn man dem Staubraume einen trichterförmig vertieften Boden gibt, und wenn die Luftströmung auf den tiefsten Punkt des letzteren gerichtet ist. Aber auch dann noch legt sich der Staub an den Innenwandungen des Trichters an und entgeht der Wirkung des Luftstromes. Es bedarf daher noch einer regelmässig wiederkehrenden Erschütterung des Trichters, um das Herabgleiten des innen lagernden Staubes bis auf den tiefsten Punkt herbeizuführen.

1) Jene Sorte von Talk, welche im Handel unter der Bezeichnung „Federweiss“ vorkommt.

Digitized by Google

Minuten dauerte, nicht ein einziger den tödtlichen Ausgang durch Milzbrand vermissen liess.

Dagegen hatte von einer grossen Zahl von Einathmungsversuchen, die mit den andern erwähnten Pulverarten in der gleichen Zeitdauer angestellt wurden, nur einer positives Resultat, und zwar einer von denen, die mit gebrannter Magnesia ausgeführt worden waren. Durch Controlimpfungen wurde jedesmal constatirt, dass diese durch Inhalation unwirksamen Staubarten infectionstüchtige Milzbrandsporen enthielten.

Es fragt sich nun, was aus diesen Resultaten geschlossen werden kann, d. h. ob man annehmen darf, dass der merkwürdige Erfolg der Kohlenstaub- und Talkinhalationen eine Aufnahme der Pilzstäubchen durch die Lungen beweise. Denkbar sind ausserdem ja noch drei Wege, auf denen der Infectionsstoff bei diesen Versuchen in die Thiere gelangen konnte: einmal Verletzungen der Oberhaut, alsdann oberflächliche Schleimhautpartien (Conjunctiva bulbi etc.), endlich der Verdauungscanal. Von diesen drei Unbekannten lässt sich bei Einathmungsversuchen mit infectiösen Substanzen nur die erste mit einiger Sicherheit ausschliessen. Die beiden übrigen können unmöglich abgesondert werden. Es würde selbst nichts nützen, bei einem grösseren Thiere die Inhalation durch eine Trachealcanüle direct in die Lungen zu leiten. Nur ein constant negatives Ergebniss könnte in diesem Falle vielleicht etwas beweisen. Ein positives wäre immer zweideutig wegen der möglichen Verunreinigung der Trachealwunde durch den Infectionsstoff.

Die angeführten, negativ ausgefallenen Versuche mit

---

1) Das Eindringen des Staubes in die peripheren Lungenläppchen lässt sich unter Anwendung von Kohlenpulver schon bei ganz kurzdauernder Einathmung leicht mikroskopisch nachweisen.

Digitized by Google

den weniger fein stäubenden Pulverarten bilden nun aber die denkbar beste Controle für die vorausgehenden Versuche, da in diesen Fällen Alles gleich blieb, mit Ausnahme dessen, dass die gröberen Stäubchen zu leicht niederfielen und desshalb nicht bis in die Alveolen vorzudringen vermochten. Obwohl die Thierchen am Ende des Versuchs oft ganz dicht mit diesen schlecht stäubenden Pulvern überdeckt waren, wodurch die Gelegenheit zum Verschlucken oder zu einer Infection durch oberflächliche Schleimhäute genau die nämliche war, wie bei den gut stäubenden Pulversorten, so blieb dies für den Unterschied in der Wirkung der Staubarten doch ganz gleichgültig. Aus dem e i n e n positiven Ergebniss mit gebrannter Magnesia darf man aber nicht etwa schliessen, dass hier die Infection auf anderem Wege als durch die Lunge erfolgt sei. Denn einmal reihte sich die Magnesia, soweit man dies mit blossem Auge beurtheilen kann, bezüglich der Stäubungsfähigkeit unmittelbar jenen gut wirkenden Pulvern an; und dann muss überhaupt angenommen werden, dass auch bei den weniger geeigneten Staubsorten einzelne Pilzstäubchen bis in die Alveolen gelangten, aber nur während der Versuchsdauer zu wenig, um erfolgreich zu inficiren. Denn auch von völlig wirksamen Sporen braucht es, wie die Impfversuche zeigen, eine gewisse, nicht allzu geringe Menge, um den Milzbrand hervorzurufen. Vermuthlich könnte sonach durch erhöhte Einathmungsdauer die Wirkung der schlecht stäubenden Pulver gesteigert werden. Ein derartiger Versuch brächte jedoch für die Deutung keinen Gewinn. Er würde umso unsicherer, je länger er dauert, weil die Gelegenheit zur Aufnahme von Sporen in den Verdauungscanal im gleichen Masse zunehmen würde.

Dagegen schien es wichtig, die Wirksamkeit des Infectionsstoffes von den V e r d a u u n g s w e g e n aus direct zu prüfen.

Digitized by Google

Bekanntlich gehen die Anschauungen der Autoren über diesen Punkt gerade beim Milzbrand gewaltig aus einander. Beobachtungen und Experimente haben bisher fast in gleicher Zahl positive und negative Resultate gegeben. Daraus geht jedenfalls soviel hervor, dass der Uebertragung auf diesem Wege gewisse Hindernisse entgegenstehen, die den Erfolg ausserordentlich viel unsicherer machen als z. B. bei Impfung unter die Haut. Diese Widerstände können entweder in einer schädlichen Wirkung der Verdauungssäfte auf die Pilze, oder in der Undurchdringlichkeit der unverletzten Schleimhaut liegen. In beiden Fällen sieht man von vorneherein, dass verschiedene Thierspecies sich verschieden verhalten können.[1])

Was die Mäuse anbelangt, so hat R. Koch die Milzsubstanz milzbrandiger Thiere und ausserdem sporenhaltige Massen an dieselben verfüttert, ohne jedoch einen Erfolg zu sehen.[2]) Das gleiche Resultat bekam ich bei Anwendung frischer Milzbrandtheile die nur Bacterien enthielten, oder bei mehrtägiger Fütterung mit grossen Mengen gezüchteter, als wirksam erwiesener Milzbrandbacterien. Auch bei Zumischung von Kohlenpulver, das durch seine scharfen Splitter möglicherweise Verletzungen in den Schleimhäuten bewirken kann, wurde der Erfolg nicht geändert.[3])

---

1) In der That haben die Versuche von Renault, Colin und Bollinger zu derartigen Ergebnissen geführt. Die Unempfänglichkeit der Fleischfresser für Milzbrandinfection vom Darme aus erklärt sich freilich theilweise aus der überhaupt geringen Disposition dieser Thiere für Milzbrand. Eine kleine Zahl von aufgenommenen Pilzen, die bei einem Wiederkäuer zur Erzeugung von Milzbrand hinreicht, würde desshalb beim Fleischfresser wirkungslos bleiben.

2) Beiträge zur Biologie der Pflanzen von F. Cohn. II. 3. H. 1877. S. 299.

3) Zu dieser Versuchsmodification wurde ich hauptsächlich durch die Experimente von Pasteur und Toussaint veranlasst, welche

Digitized by Google

Ebenso blieben die Resultate, als Milzbrandsporen in mässiger Menge dem Futter zugesetzt wurden. Auch Zumischung von Kohlenstaub änderte nichts an diesem Verhalten. Dagegen bekam ich endlich positive Ergebnisse bei Anwendung von grösseren Sporenmengen. Von 4 weissen Mäusen, die 4 Tage lang einen derartig, und zwar unter Zusatz von Kohlenpulver bereiteten Brei zur Nahrung erhielten, erlagen zwei am 4., eine am 5. Tage an Milzbrand; die vierte blieb am Leben. Um zu erfahren, ob hier die Beimischung des Kohlenpulvers für den Erfolg entscheidend gewesen sei, fütterte ich 6 ausgewachsene weisse Mäuse der gleichen Abstammung 3 Tage lang mit einem Brei aus eingeweichter Semmel mit Zusatz grösserer Quantitäten von Milzbrandsporen. Bei dreien dieser Mäuse wurde dem Brei ausserdem Kohlenpulver zugesetzt. Innerhalb 5 Tagen erlagen 5 dieser Mäuse an Milzbrand. Die Ueberlebende, die am 4. Tage ebenfalls krank erschien, war gerade eine von jenen, die Kohlenpulver zugemischt erhalten hatten. Somit genügen grössere Mengen von Sporen an und für sich und ohne Zusatz mechanisch wirkender Stoffe vom Verdauungscanale aus zur Infection.

Es wäre nun sehr interessant zu wissen, worin der Unterschied zwischen Sporen und Stäbchen in dieser Hinsicht begründet ist. Liegt derselbe in einer verschiedenen Einwirkung der Verdauungssäfte auf beide Vegetationszustände, dann müssen Impfungen mit dem Koth von Mäusen, die mit Sporen oder mit Stäbchen gefüttert wurden, verschiedene Resultate ergeben. In der That zeigte sich, dass Sporenkoth bei subcutaner Anwendung ungemein leicht Milzbrand hervorrief, Stäbchenkoth dagegen in kleinerer Menge unwirksam war, in grösserer aber septische Processe

---

durch Anwendung von Rauhfutter, denn sie Milzbrandstoffe zugemischt hatten, bei ihren Thieren ziemlich viel positive Ergebnisse erhielten.

veranlasste. Indess ist damit doch nur entschieden, dass die Bacterien am Ende des Verdauungscanales unwirksam anlangen, man weiss aber nicht, wo diese Unwirksamkeit einzutreten beginnt. Desshalb tödtete ich eine mit Milzbrandbacterien gefütterte Maus und benützte den Darminhalt aus der Mitte des Ileums zu subcutanen Impfungen. Das Resultat war ein positives und zeigte somit, dass die Unwirksamkeit der Milzbrandbacterien von den Verdauungswegen der Mäuse aus durch einen schädlichen Einfluss der abgesonderten Säfte nicht, oder wenigstens nicht genügend erklärt werden kann.

Der entscheidende Umstand wird also wohl in den Bedingungen des Durchtritts durch die Schleimhaut zu suchen sein. In dieser Beziehung darf nicht übersehen werden, dass auch von den im Nahrungsbrei befindlichen Sporen offenbar nur der allerkleinste Theil zur Aufnahme in's Blut gelangt. Die Menge von Sporen, welche zur Infection durch den Verdauungscanal erfordert wurde, war wohl millionenmal grösser als diejenige, die zu einer erfolgreichen Impfung unter die Haut genügt hätte. Ueberdies zeigte sich schon aus der grossen Wirksamkeit des Kothes nach Sporenfütterung, dass der weitaus grösste Theil der Pilze ohne Veränderung hindurchgegangen war.

Wenn nun der Verdauungscanal der Mäuse überhaupt so wenig zur Aufnahme von Pilzen geeignet ist, dann kann möglicherweise ein Unterschied in der Form des Pilzes von Wichtigkeit sein. Und allerdings werden cylindrische Stäbchen weniger geeignet sein, durch enge Oeffnungen zu gehen, als eiförmige Körperchen vom gleichen Querschnitt, weil bei ersteren die Reibung eine grössere wird.

Dies ist jedoch nur die mechanische Seite der Frage. Gerade bei den Bacterien des Milzbrandes muss aber vielleicht noch ein anderer Umstand berücksichtigt werden. Wenn nämlich die Zeit, welche ein Pilz zur Durchwanderung der

Digitized by Google

unverletzten Schleimhaut d. h. bis zum Eintritt in den Kreislauf braucht, nicht sehr gering ist, dann wird dieser Aufenthalt im sauerstoffarmen Gewebe den Milzbrandbacterien schaden, während er für die Sporen gleichgültig ist.

Es geht aus diesen Ergebnissen hervor, dass bei den Einathmungsversuchen jedenfalls gar keine Gefahr einer störenden Nebenwirkung von Seite des Verdauungscanales existirte, weil die Menge von Sporen, welche die Thierchen dort, etwa durch Ablecken, aufnehmen konnten, bei weitem zu gering war, um eine Infection bewirken zu können. Um indess die quantitativen Verhältnisse, auf welche es dabei entscheidend ankommt, völlig klar zu machen, habe ich noch folgenden Versuch ausgeführt.

Von einer bestimmten Menge Talk-Sporenstaub wurde der vierte Theil zur Einathmung bei 10 weissen Mäusen verwendet; dieselben erlagen sämmtlich an Milzbrand, obwohl doch höchstens der tausendste Theil der wirksamen Sporen in die Verdauungswege gelangt sein konnte. Die übrigen drei Viertel des Pulvers wurden an weitere 10 Mäuse der gleichen Zucht auf einmal verfüttert und befanden sich somit gleichzeitig im Verdauungscanal dieser Thierchen. Trotzdem blieben die letzteren alle munter und am Leben.

Damit ist entschieden, dass die Lungen ganz ausserordentlich viel leichter den Uebertritt der Pilze in's Blut ermöglichten als der Darm. Denn von den zerstäubten Sporen konnte wohl nicht mehr als der millionste Theil in die Alveolen gelangt sein. Die dreimillionenfache Menge hatte aber vom Darme aus noch keine Wirkung.

Bezüglich der Zeit, welche der Uebergang der Pilze auf dem Athmungswege in's Blut erforderte, ist noch zu erwähnen, dass in manchen der beobachteten Fälle schon

Digitized by Google

24—36 Stunden nach der Einathmung der tödtliche Ausgang erfolgte. Im Vergleich mit entsprechenden Impfversuchen ist diese Zeit beinahe ganz auf die Entwicklung des Milzbrandes im Thiere d. h. auf die Pilzvermehrung zu rechnen. Es bleibt desshalb jedenfalls nur eine geringe Frist für den Uebergang der Pilze in's Blut, und es geht daraus mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass keine Lymphdrüsen auf diesem Wege passirt werden müssen. Mikroskopische Untersuchung dieser letzteren Verhältnisse würde übrigens zu keinem Ergebnisse führen. Dieselbe hätte nur dann Werth, wenn sie kurze Zeit nach der Einathmung ausgeführt werden könnte. Die wenigen eingeathmeten Sporen sind aber alsdann nicht aufzufinden und nicht zu erkennen. Alle späteren Untersuchungen mit positivem Ergebniss gestatten keinen sicheren Schluss, weil gerade die Lunge beim Milzbrand der Mäuse zu denjenigen Organen gehört, in welchen die Pilzentwicklung ohnehin vorzugsweise stattfindet.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der medicinischen Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen aus dem Jahre 1878/79. Bd. X. 1880. 8°.

Von der physikalischen Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1874. XXX. Jahrg. 1879. 8°.

Von der k. k. Sternwarte in Wien:

Annalen. 3. Folge. Bd. 28. Jahrg. 1878. 1879. 8°.

Vom naturforschenden Verein in Brünn:

Verhandlungen. 17. Bd. 1878. 1879. 8°.

Vom Verein für Erdkunde in Metz:

2. Jahresbericht pro 1879. 1880. 8°.

Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen. 1880. 8°.

Digitized by Google

Von der medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Jena:

Denkschriften. Bd I. Abth. I mit Atlas.
„ II. Heft 3. 1879. Fol.

Von der Ministerialkommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten. Jahrg. 1879 Nr. X. XI. Berlin 1880. qu. 4^{0}.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark in Graz:

a. Mittheilungen. Jahrg. 1879. 1880. 8^{0}.
b. Das chemische Institut der k. k. Universität Graz von Leopold von Pebal. Wien 1880. 4^{0}.

Vom zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg:

Correspondenz-Blatt. Jahrg. 33. 1879. 8^{0}.

Von der British Association for the advancement of science in London:

Report on the 49. Meeting, held at Sheffield in Aug. 1879. 8^{0}.

Vom physicalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1878. 1879. 4^{0}.

Von der Royal Astronomical Society in London:

Memoirs. Vol. 44. 1877—79. 1879. 4^{0}.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. 1880. Janvier & Février. 1880. 8^{0}.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 460. 1880. gr. 8⁰.

Von der Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tom. XXVI. Partie 2. 1879. 4⁰.

Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino. 1880. 1880. 8⁰.

Von der Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padova:

Bullettino. 1880. Nr. 3. 8⁰.

Vom Observatory in Cambridge:

Astronomical Observations. Vol. XXI. 1879. 4⁰.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali. Adunanza del di 14 marzo 1880. 8⁰.

Vom naturhistorischen Verein von Wisconsin in Milwaukee:

Jahresbericht auf d. J. 1879—80. 1880. 8⁰.

Vom Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. 1880 Nr. 1—6. Bd. 21. 8⁰.

Vom Herrn Adam Frhrn. von Burg in Wien:

Ueber die Wirksamkeit der Sicherheitsventile bei Dampfkesseln. 1879. 8⁰.

Vom Herrn Wilh. Friedr. Gintl in Prag:

Studien über Crookes' strahlende Materie. 1880. 8⁰.

Digitized by Google

Vom Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. Nr. 50. 1880. 8°.

Vom Herrn C. Bruhns in Leipzig:

a) Resultate aus den meteorologischen Beobachtungen in den Jahren 1874 und 1875. XI. und XII. Jahrg. Dresden und Leipzig 1880. 4°.
b) Bericht über das meteorologische Bureau für Wetterprognosen im Königreich Sachsen für das Jahr 1879. 1880. 8°.

Vom Herrn Oskar Wehrmann in München:

Das Eisenbahnfrachtgeschäft. 1880. 8°.

Vom Herrn Joh. Ev. Weiss in Hattingen a. d. Ruhr:

Anatomie und Physiologie fleischig verdickter Wurzeln. Regensburg 1880. 8°.

Vom Herrn Wilh. Blasius in Braunschweig:

Oeffentliche Anstalten für Naturgeschichte und Alterthumskunde in Holland. 1880. 8°.

Vom Herrn Edward S. Morse in New-York:

Dolmens in Japan. 1880. 8°.

Vom Herrn John Sadler in Edinburgh:

Report on Temperatures during the Winter of 1878/79. 1880. 8°.

Vom Herrn Preudhomme de Borre in Brüssel:

a) Description d'une espèce nouvelle du genre Trichillum Harold. 1880. 8°.
b) Note sur le genre Macroderes Westwood. 1880. 8°.

Vom Herrn P. Riccardi in Modena:

Biblioteca Matematica Italiana. Parte II fasc. 2. 1880. 4°.

Vom Herrn Ormond Stone in Cincinnati:

On the Extra-Meridian Determination of Time. 1880. 8°.

Vom Herrn Ferdinand von Müller in Melbourne:

Eucalyptographia. V. Decade. 1880. 4°.

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 1. Mai 1880.

Herr W. von Beetz sprach:

„Ueber die Natur der galvanischen Polarisation."

Seit der Einführung des Quadrantelectrometers als Messinstrument zur Bestimmung electrischer Potentiale ist es möglich geworden, eine Reihe von Fragen auf Grund einfacherer und reinerer Versuche zu behandeln, als es bei Anwendung galvanometrischer Messmethoden geschehen konnte. Unter den hieher gehörigen Arbeiten ist besonders die ansehnliche Reihe von Untersuchungen, welche Herr Fr. Exner während der letzten Jahre in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie veröffentlicht hat, mit hervorragendem Interesse aufgenommen worden. Diese Untersuchungen nehmen den alten Streit der electrochemischen Theorie des Galvanismus gegen die Contacttheorie wieder auf: jenen Streit, welcher ganz erloschen schien seit der Zeit, zu welcher das Princip von der Erhaltung der

Digitized by Google

Energie sich allgemein Bahn gebrochen hatte. In der That gab es wohl seit jener Zeit keinen Contacttheoretiker mehr, welcher annahm, dass die blosse Thatsache des Contactes heterogener Körper miteinander die Quelle einer Electricitätserregung sei. So verschieden auch immer die Molecularvorgänge, welche bei einem solchen Contacte eingeleitet werden, gedacht werden mochten, so war doch die Ansicht ganz allgemein aufgenommen, dass einer jeden Stromesarbeit ein bestimmt begränzter chemischer Process entsprechen müsse und dass die bei diesem Processe auftretende Verbindungswärme als Maass der vorhandenen electromotorischen Kräfte dienen könne in sofern diese Wärme gleich ist dem Producte aus Stromstärke und electromotorischer Kraft. Die Literatur über die in dieser Richtung maassgebend gewordenen Arbeiten ist in Wiedemanns Lehrbuch des Galvanismus ebenso vollständig wie übersichtlich zusammengestellt. Wenn nun Herr Exner durch seine neuen mit dem Quadrantelectrometer ausgeführten Messungen nachweist, dass die Proportionalität zwischen Verbindungswärme und der an den Polen eines offenen Elementes auftretenden Potentialdifferenz überall aufrecht erhalten bleibe, so hat er damit auch im Sinne der Contacttheoretiker eine äusserst verdienstliche Arbeit geliefert, denn die bisherigen Experimentaluntersuchungen, welche denselben Zweck verfolgten, leiden zum Theil an ganz bedeutenden Schwächen. Das ist in erster Reihe von den Versuchsresultaten zu sagen, welche Bosscha[1]) einem Theile seiner sorgfältig durchgeführten Betrachtungen zu Grunde gelegt hat. Es sind dies die durch die Untersuchungen von Lenz und Saweljew[2]) gewonnenen Resultate. Bosscha wählte die von den genannten Physikern erhaltenen Data, weil dieselben

1) Poggend: Ann. CIII. p. 487 und CV. p. 396 (1858).

2) ebend: LXVII. p. 497 (1846).

auf Grund der Ohmschen Methode zur Bestimmung electromotorischer Kräfte gewonnen waren; von anderen Beobachtern mittelst der Compensationsmethode erhaltene dahin gehörige Zahlen konnte er deshalb nicht verwerthen, weil er für seine Betrachtungen das wirkliche Vorhandensein, nicht die Aufhebung eines Stromes, voraussetzen musste. Aber abgesehen davon, dass wir längst wissen, dass nach der Ohmschen Methode übereinstimmende Resultate garnicht gewonnen werden können, hatte ich gerade von den Untersuchungen von Lenz und Saweljew nachgewiesen[3]), dass sie ganz unzuverlässige Ergebnisse liefern mussten. Die Erfahrung bestätigt das auf den ersten Blick: um nur ein Beispiel anzuführen, erwähne ich, dass jene Physiker die Polarisation des Platins in Chlor gleich Null fanden, während durch meine und Macalusos[4]) Versuche der bedeutende Betrag dieser Polarisation nachgewiesen worden ist. Auffallender Weise hat Bosscha diese Unzuverlässigkeit selbst bemerkt, ohne sich dadurch von der Benutzung der unzuverlässigen Zahlen abschrecken zu lassen. Er sah nämlich ein, dass der von den russischen Physikern gegebene Werth der electromotorischen Kraft eines Daniellelementes zu klein sein müsse und nahm deshalb, um deren Data auf das Daniellelement als Einheit reduciren zu können, für dessen Kraft eine Zahl an[5]), welche um 10 p. C. grösser ist, als die aus den directen Beobachtungen hervorgehende. Trotzdem hält er diese Beobachtungen doch für ohne Zweifel zuverlässiger[6]), als die von Svanberg[7]), was ich durchaus für ungerechtfertigt halte. Die auf einfachen Messungen beruhende Bestätigung des Princips die Erhaltung der Energie

3) Poggend: Ann. XC. p. 42 (1853).
4) Ber. d. k. sächs. Ges. d. W. 26. Juli 1873.
5) Poggend: Ann. CIII. p. 506 (1858).
6) ebend. p. 503.
7) ebend. LXXIII p. 298 (1848).

Digitized by Google

in der galvanischen Kette, welche Herr Exner geliefert hat, kann deshalb nur höchst willkommen sein.

Andrerseits kann ich durchaus nicht finden, dass die von Herrn Exner gewonnenen Resultate den bisherigen Anschauungen so vollständig zuwider laufen, wie er glaubt und dass da, wo sie wirklich denselben widersprechen, es unbedingt nöthig ist, das bisher als richtig Angenommene zu verwerfen. Ich will im Folgenden diejenige Reihe galvanischer Erscheinungen, welchen auch Herr Exner sein besonderes Augenmerk zugewandt hat, die Erscheinungen der galvanischen Polarisation und der electromotorischen Kraft der Gase in dieser Beziehung näher prüfen.

Zuvörderst muss ich vorausschicken, dass die Ansicht, welche ich über diese letztgenannte Kraft ausgesprochen habe, etwas Gemeinsames hat mit der des Herrn Exner. „Das führt uns auch zu einer anderen, bisher gar nicht beachteten und wie es mir scheint sehr wichtigen Thatsache", sagt derselbe[8]), „dass nämlich die Gase, die im Electrolyten frei werden, überhaupt garnichts mehr mit der Polarisation zu thun haben; nur durch ihr Verschwinden als Gase erzeugen Wasserstoff und Sauerstoff einen Polarisationsstrom." Und in einer zwei Monate früher erschienenen Arbeit[9]) sage ich: „Ich glaube hiernach behaupten zu dürfen, dass wir es streng genommen mit einer electromotorischen Kraft der Gase nie zu thun haben, sondern entweder mit Spannungsdifferenzen, welche durch verschiedenartige Leitungsflüssigkeiten hervorgerufen werden, oder mit Veränderungen der Metalle durch solche Gase, welche ihren gasförmigen Zustand durch Occlusion in den Metallen oder durch Condensation auf deren Oberfläche ganz aufgegeben haben." Die Gase als solche betrachten wir also Beide als unbetheiligt an der Erregung electromotorischer Kräfte,

8) Wiener Sitzungsber. 11. Juli 1878.

9) Münchener Sitzungsber. 4. Mai 1878; Wiedemann: Ann. V p. 18.

Digitized by Google

unter dem „Verschwinden der Gase als solcher" haben wir uns freilich Verschiedenes gedacht. Nach Herrn Exner besteht dasselbe in der Verbindung der Gase miteinander, z. B. des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff, eine Ansicht, die schon öfter ausgesprochen, aber immer wieder aufgegeben worden ist, denn die Vereinigung beider Gase wird ja bekanntlich nur beobachtet, wenn das Gaselement in sich geschlossen ist; es kann sich in der offenen Kette also nur um die Tendenz zu einer solchen Vereinigung handeln. Diese Tendenz als Maass und sogar als Quelle der electromotorischen Kraft anzusehen ist schon von Schoenbein[10]) vorgeschlagen worden; eine solche Annahme ist mit dem Principe von der Erhaltung der Energie durchaus vereinbar und führt ebenfalls darauf, die Verbindungswärme als Maass der electromotorischen Kraft anzuerkennen.

Auch die Bemerkung, dass bei näherer Betrachtung der Unterschied zwischen dem Strome einer Hydrokette und dem der Polarisation vollkommen verschwinde, findet gewiss allgemeine Zustimmung. Von den Contacttheoretikern sind beide immer von demselben Gesichtspunkte aus behandelt und die electromotorischen Kräfte der Polarisation nach Poggendorffs[11]) Vorgang algebraisch zu den primären addirt worden. Dagegen ist mir die Verbindung des Polarisationsstromes mit dem primären Strome, wie sie Herr Exner[12]) darstellt, nicht recht verständlich: „Man kann sagen, dass der Polarisationsstrom ein ebenso integrirender Bestandtheil bei der Electrolyse ist, wie der primäre Strom selbst. Es ist eine Electrolyse ohne dem einen ebensowenig möglich, als ohne dem andern." Man kann doch wohl nicht von der gleichzeitigen Existenz zweier Ströme im Kreise einer Kette

10) Poggend: Ann. XLIII. p. 89 (1838).

11) ebend.: LXVII. p. 528 (1846).

12) Wiener Sitzungsber. 9. Mai 1878. p. 8.

Digitized by Google

sprechen, in welchem eine Electrolyse stattfindet. Im ganzen Kreise ist ein bestimmtes Gefälle vorhanden, in welchem an zwei Stellen ein Sprung stattfindet; der Strom aber, welcher dadurch entsteht ist ein einziger und von einem Polarisationsstrome als solchem kann ich mir nur dann eine Vorstellung machen, wenn die Electroden unter sich verbunden werden.

Was den quantitativen Betrag der Polarisation betrifft, so hat Herr Exner gewiss vollkommen Recht, wenn er die Abweichungen in den von verschiedenen Physikern darüber gemachten Angaben vorzugsweise der mangelhaften Beachtung der die Electrolyse begleitenden Nebenumstände (Plattengrösse, Beschaffenheit der Zersetzungsflüssigkeit, secundäre chemische Vorgänge u. s. w.) zuschreibt. Wenn es sich nur um die Bestimmung des Polarisationsmaximums handelte, (und das war der am häufigsten behandelte Fall) so waren indess diese Abweichungen garnicht so erheblich: ich habe z. B. für die Polarisation von Platinplatten in verdünnter Schwefelsäure gezeigt[13]), dass die von den verschiedenen Beobachtern gefundenen Resultaten fast vollkommen übereinstimmen, wenn man zufällig untergelaufene Irrthümer beseitigt. Ich habe ferner, wie jetzt Herr Exner, darauf aufmerksam gemacht, dass wohl der über Erwarten hohe Betrag dieses Polarisationsmaximums der Bildung von Wasserstoffsuperoxyd zuzuschreiben sei.[14]) Auch Bosscha[15]) hat dieser Erscheinung eine längere Betrachtung gewidmet. Wenn es sich um Polarisationen handelte, welche diesen Maximalwerth nicht erreichten, so sind allerdings recht verschiedene Angaben gemacht worden und vor Allem ist es

13) Poggend. Ann. LXXVIII. p. 35 (1849).

14) ebend: XC. p. 64 (1853). Ich bemerke dazu, dass diese Arbeit zu der Zeit erschien, als man nach Baumert Ozon als ein Wasserstoffsuperoxyd betrachtete.

15) ebend.: CIII. p. 495 (1858).

Digitized by Google

richtig, dass gewöhnlich der Stromstärke durch welche und der Zeit, in welcher die Polarisation hervorgerufen wurde, mehr Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, als der electromotorischen Kraft der primären Kette. Dennoch ist durchaus die Bedeutung dieser Kraft für die möglicherweise zu errreichende Polarisationsgrösse nicht übersehen worden. Herr Exner sagt von seinen Beobachtungen: „Diese Zahlenreihen ergeben das interessante Resultat, dass bei allmählich anwachsender electromotorischer Kraft des primären Stromes die electromotorische Kraft der Polarisation in dem Maasse steigt, dass sie bis zu einem gewissen Momente jederzeit gleich ist der des primären Stromes.“ Dem entsprechend sage ich[17]: „Der Strom einer Daniellschen Kette (von der Kraft 21,22) könnte nur so lange Wasserstoff und Chlor aus Salzsäure zwischen Platinelectroden entwickeln, bis deren Ladung ebenfalls = 21,22 ist, während das Maximum der Polarisation 21,99 sein müsste; denn wenn die beiden Kräfte einander gleich sind, hört jede weitere Wirkung auf.“ Und noch viel allgemeiner sagt Crova[18]: „Solange die electromotorische Kraft der Säule, welche den Strom liefert, eine gewisse Grenze nicht erreicht hat, ist die electromotorische Kraft der Polarisation der der Säule gleich und wächst mit ihr von Null bis zu dieser Grenze. Wächst die electromotorische Kraft der Säule über diese Grenze hinaus, so beginnt die Gasentwicklung auf der Oberfläche der Platten, die Kraft der Polarisation führt fort immer langsamer und langsamer zu wachsen und strebt schnell einem constanten Werthe zu.“ Hierin ist auch der Satz „wird ein Theil eines geschlossenen Kreises durch einen Electrolyten gebildet, so wird derselbe zersetzt, sobald im Kreise überhaupt eine

16) Wiener Sitzungsber. 28. Febr. 1878 p. 12.

17) Poggend. Ann. CX. p. 62 (1853).

18) Ann. d. chim. et de phys. (3) LXVIII p. 461 (1863).

Digitized by Google

electromotorische Kraft thätig ist"[19]) schon als vollständig richtig anerkannt. Die Versuche des Herrn Exner bestätigen die eben ausgesprochenen Sätze in schlagendster Weise.

Ich habe den Satz von der Gleichheit der primären und secundären electromotorischen Kraft benutzt zur Prüfung der Methode, durch welche die Gesammtpolarisation eines Electrodenpaares gefunden wird durch die Summirung der an den beiden einzelnen Electroden auftretenden Polarisationen: einer Methode, welche Herr Exner unbedingt verwirft. Der Messapparat, dessen ich mich bediente, war ein Mascartsches Quadrantelectrometer von Carpentier in Paris. Die Ladung der Nadel geschah durch eine Zambonische Säule; die eine Hälfte der Quadranten war mit dem Erdboden und zugleich mit dem zweiten Pole der Zambonischen Säule verbunden, die andere mit einem isolirt aufgehängten Drahte, durch den das zu messende Potential dem Electrometer zugeführt wurde. Die Ablesung geschah mittelst Spiegel, Fernrohr und Scala, welche in einer Entfernung von 2 Metern vom Electrometer aufgestellt war. Durch Vertauschung der Zambonischen Säule mit einer schwächeren konnte das Instrument mehr oder weniger empfindlich gemacht werden. Die Aufstellung war so geregelt, dass die beiderseitigen durch gleiche Potentiale veranlassten Ablenkungen nahezu gleich waren; Vorversuche hatten ferner gezeigt, dass die Ablenkungen den Potentialen direct proportional genommen werden durften. Die Scala konnte in ihrer Lage so verschoben werden, dass ihr Nullpunkt vor jeder Ablesung genau mit dem Fadenkreuz zusammenfiel. Kehrte nach vollendeter Ablesung und nach hergestelltem Schlusse zwischen den beiden Quadrantenpaaren die Nadel nicht auf den Nullpunkt zurück, so wurde

19) Wiener Sitzungsber. 9. Mai 1878. p. 24.

Digitized by Google

die Beobachtung verworfen, denn die Annahme eines mittleren Nullpunktes ist wohl da erlaubt, wo die Verschiebung desselben durch Kräfte geschieht, welche während kurzer Zeiten als periodisch veränderlich angesehen werden dürfen, z. B. durch eine magnetische Directionskraft, nicht aber wenn die Veränderungen rein zufällig sind, z. B. wenn sie durch kleine Verschiebungen in der Bifilaraufhängung veranlasst sind. In der Regel war der Rückgang ein sehr vollständiger. Störungen im Gange des Instrumentes traten nur selten ein und konnten dann leicht beseitigt werden. Unter günstigen Umständen war der Ausschlag, welchen ein Daniellelement hervorbrachte = 140 mm. Ich werde im Folgenden die Ausschläge nicht selbst angeben, sondern dieselben mit Zugrundlegung des jedesmal beobachteten Ausschlages, den ein Daniellelement erzeugte, auf dessen electromotorische Kraft = D reduciren.

Die Messmethode, deren ich mich bediente, ist die von Herrn Fuchs[20]) angegebene. Die electrolysirende Säule a (Fig. 1) wird mit den beiden Electroden e und e_1 verbunden, welche sich in getrennten Gefässen befinden. Die Gefässe sind durch ein Heberohr mit einander verbunden, dessen Enden durch Pergamentpapier geschlossen sind. Durch mit destillirtem Wasser gefüllte, ebenso geschlossene Heberrohre stehen sie mit den ebenfalls mit Wasser gefüllten Gefässen w und w_1 in Verbindung. In dem Gefässe z befindet sich eine amalgamirte Zinkplatte in concentrirter Zinkvitriollösung. Diese Platte und die Lösung werden nach Bedürfniss durch andere Platten und Lösungen ersetzt. Wird nun die Flüssigkeit in z durch ein wieder mit Wasser gefülltes Rohr mit w verbunden und gleichzeitig e leitend mit dem Erdboden B, die Zinkplatte dagegen mit dem Electrometer E in Verbindung gebracht, so wird die Polarisation der

20) Poggend. Ann. CLVI. p. 156 (1875).

Digitized by Google

Electrode e allein und zwar während der Dauer des electrolysirenden Stromes gemessen; ebenso wird die Polarisation von e_1 allein gemessen, wenn das Wasserrohr von z nach w_1 gelegt und e_1 leitend mit dem Erdboden verbunden wird. Die Summe der beiden Polarisationen stellt nach bisheriger Ansicht die Gesammtpolarisation dar. Die Anordnung des Apparates sichert wohl vor dem Einwande, dass ein Zweig des zwischen e und e_1 circulirenden Stromes die electrometrische Messung stören könne. Bei den nächsten Versuchen befanden sich in e und e_1 und dem verbindenden Rohre immer dieselben Flüssigkeiten und waren die beiden Electroden an Substanz, Grösse und Gestalt einander so gleich als möglich. Um die Gesammtpolarisation zu finden ist es garnicht nöthig, die vor dem Eintritt der Polarisation vorhanden gewesene Spannungsdifferenz zwischen dem in z befindlichen Metalle und dem Metalle der Electroden zu kennen. Bestehen die Electroden aus Platin, welche in verdünnte Schwefelsäure taucht und nennen wir abgekürzt die ursprüngliche Spannungsdifferenz zwischen Zink in Zinkvitriollösung und Platin in verdünnter Schwefelsäure $Zn \mid Pt$, die Spannungsdifferenz zwischen Zink und durch Sauerstoff polarisirtes Platin $Zn \mid Pt_0$ und zwischen Zink und durch Wasserstoff polarisirtes Platin $Zn \mid Pt_H$, so ist die Gesammtpolarisation $Pt_0 \mid Pt_H = Zn \mid Pt_0 - Zn \mid Pt_H$, so dass der Werth $Zn \mid Pt$ ganz ausser Betrachtung bleibt. Das ist, wenigstens zunächst, sehr wünschenswerth, denn wie dieser wahre Werth zu bestimmen ist, ist auch streitig. Die für die Versuche angewandten Platinplatten und Drähte wurden zuerst in Salpetersäure, dann in Wasser ausgekocht, ausgeglüht und dann in der verdünnten Schwefelsäure, welche als Electrolyt diente, ausgekocht. Die benutzten Kohlen waren Stäbe von Gaudouin in Paris von ausserordentlich gleichmässiger Structur und Reinheit. Sie wurden ebenfalls zuerst in Salpetersäure, dann in Wasser und zuletzt

Digitized by Google

in der verdünnten Säure, in der sie als Electroden dienen sollten, ausgekocht. Als primäre Kette diente bald ein Daniell-, bald ein Groveelement. Die electromotorische Kraft derselben wurde vor und nach dem Versuche gemessen und der Mittelwerth als der richtige angenommen.

In der folgenden Tabelle enthält die Spalte:

„Electroden" die Angabe über die in e und e_1 eintauchenden Platten, Drähte oder Stäbe.

„Flüssigkeit" die in e und e_1 und dem Verbindungsrohre enthaltene Flüssigkeit und zwar entweder H_2SO_4 = verdünnte Schwefelsäure (1 : 20), oder HCl = verdünnte Salzsäure (1 : 10),

„Stromquelle" enthält die Angabe des zersetzenden Elementes,

„a" die electromotorische Kraft desselben für 1 D = 1,

„z" das im Gefässe z befindliche Metall und die Flüssigkeit in welche es taucht, die Lösungen jedesmal gesättigt genommen,

„p" giebt die Polarisationen an, welche stattgefunden haben,

„e" und „e_1", die Spannungsdifferenzen zwischen z einerseits und e oder e_1 andrerseits, also die Werthe Zn | Pt_0, Zn | Pt_H u. s. w. und endlich

„a_1" die electromotorische Kraft dieser Polarisation, d. h. die Differenz $e - e_1$.

Digitized by Google

Electroden	Flüssigkeit	Stromquelle	a	z	p	e	e_1	a_1
Kohlenstäbe	H Cl	1 Daniell	1,00	C | H Cl	C_{Cl} | C_H	0,44	— 0,56	1,00
do.	do.	do.	1,00	Zn | Zn SO_4	C_{Cl} | C_H	1,65	0,66	0,99
do.	do.	do.	1,00	Cu | Cu SO_4	C_{Cl} | C_H	0,65	— 0,35	1,00
do.	do.	do.	1,00	Ag | Ag NO_3	C_{Cl} | C_H	0,35	— 0,64	0,99
do.	do.	1 Grove	1,64	Zn | Zn SO_4	C_{Cl} | C_H	1,90	0,31	1,59
do.	H_2 SO_4	1 Daniell	1,00	Zn | Zn SO_4	C_0 | C_H	1,77	0,80	0,97
Platinplatten	do.	do.	1,00	Zn | Zn SO_4	Pt_0 | Pt_H	1,99	1,00	0,99
do.	do.	1 Grove	1,67	Zn | Zn SO_4	Pt_0 | Pt_H	2,16	0,52	1,64
Wallastonel:	do.	1 Daniell	1,00	Zn | Zn SO_4	Pt_0 | Pt_H	2,01	1,04	0,97
do.	do.	1 Grove	1,69	Zn | Zn SO_4	Pt_0 | Pt_H	2,31	0,71	1,60
Platinplatten	do.	1 Grove	1,69	Cu | Cu SO_4	Pt_0 | Pt_H	1,29	— 0,34	1,63

Digitized by Google

Diese Zahlen können keinen Zweifel darüber lassen, dass die Methode der getrennten Bestimmung der Polarisationen an den einzelnen Electroden ebenfalls zum Zwecke führt. Von vorn herein verdient sie sogar den Vorzug vor der Methode der Wippe, weil bei letzterer vorausgesetzt wird, dass während der Zeit des Umlegens der Wippe die Polarisation nur unmerklich abnimmt. Die Uebereinstimmung zwischen den nach beiden Methoden erhaltenen Resultaten scheint aber diese Annahme wirklich zu rechtfertigen. Ich habe die Methode der getrennten Messung vielfach angewandt; da es aber hier nicht meine Absicht ist, neue Angaben über Polarisationsgrössen beizubringen, so will ich nur Einiges beiläufig erwähnen. Man kann den Einfluss der Stromdichte auf die einzelnen Electroden sehr gut erkennen: als zur Zersetzung von verdünnter Schwefelsäure durch ein Groveelement von der Kraft $a =$ 1,66 D eine Plattinplatte von 30 q. cm. einseitiger Oberfläche und ein dünner Platindraht angewandt wurden, war die Gesammtpolarisation a_1 immer = 1,60 D, die Platte mochte als Anode oder als Kathode dienen. Die Einzelpolarisationen waren aber in beiden Fällen verschieden. Wurde der Sauerstoff an der Platte entwickelt, so war $e =$ 2,12 und $e_1 = 0,52$; wurde aber der Sauerstoff am Draht entwickelt, so war $e = 2,32$ und $e_1 = 0,70$. Im letzteren Falle war die Entwicklung von Wasserstoffsuperoxyd eine reichlichere gewesen.

Wurde die Electrolyse durch Ströme von grösserer Intensität und grösserer electromotorischer Kraft bewirkt, so ergaben sich die Maximalwerthe der Gesammtpolarisation ungefähr in derselben Höhe, wie sie Herr Exner mittelst der Wippe fand. Ueber 2,13 D fand ich dieselbe zwischen Platinplatten von 3 q. cm. einseitiger Oberfläche in verdünnter Schwefelsäure nicht, solange die Platten in getrennte Gefässe tauchten. Standen beide Platten in demselben Ge-

fässe, so erhielt ich auch jetzt den Maximalwerth 2,3 D, wie er durch ältere Messungen gewöhnlich gefunden wurde. Auch Herr Tait[21]) hat mittelst des Quadrantelectrometers und der Wippe bei Anwendung einer zersetzenden Batterie von acht Groveelementen denselben Werth gefunden, während er, übereinstimmend mit mir, die durch ein Groveelement erzeugte Polarisation = 1,64 D angiebt.

Ich komme nun zu der Frage: was hat man sich unter einer einseitigen Polarisation zu denken? Die Antwort darauf habe ich schon oben angeführt; soweit die Jonen gasförmige Körper sind, habe ich die durch sie hervorgebrachte electromotorische Erregung beschränkt auf ihren condensirten, absorbirten oder occludirten Zustand. Dass es hierbei nicht gleichgiltig ist, aus welchem Electrolyten die Gase entwickelt werden, wie Herr Exner bemerkt, ist gewiss richtig. Wir wissen ja auch, z. B. durch die gleichfalls mit dem Quadrantelectrometer ausgeführten Versuche von Peirce[22]), dass die electromotorischen Kräfte der Gase sich mit der angewandten Leitungsflüssigkeit ändern. Zu dieser, durch die sogenannte electromotorische Kraft der Gase hervorgebrachten Polarisation kommen indess noch eine ganze Reihe von Veränderungen sowohl der Electroden selbst, als der Umgebung derselben, die ich bei einer frühern Gelegenheit schon angedeutet habe.[23]) Manche dieser Veränderungen pflegte man sonst kaum mit dem Namen „Polarisation" zu belegen: z. B. lässt sich bei der Zersetzung von Kupfervitriol zwischen Platinelectroden dieser Begriff im älteren Sinne nur auf die Anode anwenden, während die Kathode, die sich mit Kupfer bedeckt, einfach zu einem

21) Phil. Mag. (4) XXXVIII. p. 246 (1869). Durch ein Versehen steht bei Citirung dieser Arbeit in meiner Abhandlung Wiedem. Ann. V. p. 8 und Münch. Sitzungsber. 1878 p. 147: Graham statt Tait.

22) Wiedem. Ann. VIII. p. 98. (1879).

23) Poggend. Ann. XCIV. p. 204 (1855).

Digitized by Google

anderen Metalle wird. Es soll also auch hier nur von der Wirkung der ursprünglich gasförmigen Jonen die Rede sein.

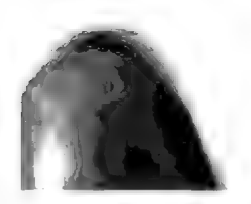
Herr Exner sagt darüber[24]: „Es ist eine bekannte Thatsache, dass eine reine Platinplatte und eine mit Wasserstoff beladene einander in Wasser gegenübergestellt, einen Polarisationsstrom liefern; . . . . . es ist ein solcher aber niemals beobachtet worden; der Strom, von dem ich oben als von einer Thatsache sprach, ist immer nur in gewöhnlichem Wasser beobachtet worden und ich ziehe es keinen Moment in Zweifel, dass derselbe seinen Ursprung der Oxydation des Wasserstoffs durch im Wasser gelösten Sauerstoff verdankt." Dieser Satz ist ebensoschwer zu beweisen, wie zu widerlegen. Die Beobachter, welche sich mit der electromotorischen Kraft der Gase beschäftigt haben, sind doch wohl nicht ganz so nachlässig gewesen, wie Herr Exner meint. In der Beschreibung unserer Versuche ist überall darauf hingewiesen, dass die Leitungsflüssigkeit von Luft durch Auskochen befreit wurde, also kein „gewöhnliches" Wasser war. Aber freilich, ganz luftfrei ist das Wasser dadurch nicht geworden. Ich habe jetzt folgenden Versuch angestellt: In die beiden Schenkel eines V förmig gebogenen Glasrohres wurden zwei Platindrähte eingeschmelzt. In der Convexfläche der Biegung des Rohres befand sich eine Oeffnung. Die Drähte wurden durch Abkochen in Salpetersäure, Wasser und verdünnter Schwefelsäure gereinigt, auf die gewöhnliche Weise platinirt, zur Entfernung etwa aufgenommenen Wasserstoffs als Anoden benutzt und abermals in verdünnter Schwefelsäure abgekocht. Nun wurde das Rohr ganz in verdünnte Schwefelsäure gelegt, die es vollkommen füllte; die Säure wurde zum Sieden gebracht, wobei das Rohr so gelegt war, dass austretende Gase aus der Oeffnung entweichen mussten. Dann wurde das ganze

24) Wiener Sitzungsber. 11. Juli 1878 p. 43.

Digitized by Google

Gefäss mit Flüssigkeit und Rohr in den Recipienten einer Quecksilberluftpumpe gebracht, die Flüssigkeit durch Evacuiren längere Zeit im Sieden erhalten und endlich das Ganze zwei Tage lang im Vacuum gelassen. Sobald das Gefäss aus dem Vacuum genommen war, wurde der eine Schenkel mit electrolytisch entwickeltem Wasserstoff gefüllt und die Oeffnung sofort unter Wasser mit Baumwachs luftdicht verklebt. Nun wurde der eine Draht mit dem Erdboden, der andere mit dem Electrometer verbunden. Es zeigte sich eine Potentialdifferenz von 0,50 D. Nach 1 Minute war dieselbe auf 0,60, nach 5 Minuten auf 0,70 und nach 10 Minuten auf 0,82 D gestiegen, bei welcher Höhe sie nahezu constant war. Nach einer halben Stunde zeigte sich eine Abnahme der Differenz. Dieser Vorgang entspricht ganz dem zu erwartenden: das Platin brauchte eine Zeit, um Wasserstoff in sich aufzunehmen; dann aber war der Betrag der Spannungsdifferenz auch derselbe den früher ich (0,81 D) und neuerdings Peirce (0,807 D) gefunden haben. Allmählich vertheilt sich durch Diffussion Wasserstoff auch bis zum anderen Drahte, und damit muss die Potentialdifferenz abnehmen. Man kann gegen diesen Versuch wieder einwenden, die Luft sei eben doch noch nicht aus der Flüssigkeit und der Sauerstoff aus dem Platinschwamm entfernt gewesen. Mittel, das noch besser zu bewirken, sind mir nicht bekannt.

Der Einfluss der Luft, bezüglich des freien Sauerstoffs in der Leitungsflüssigkeit auf die Electricitätserregung in der Kette ist schon oft in Betracht gezogen worden und zwar ist derselbe bald als unmittelbar die Erregung fördernd, bald als die Polarisation vermindernd angesehen worden. Ich habe die Ergebnisse der älteren, lange Zeit vor de Fonvielle und Deherain (welche Herr Exner citirt) angestellten Beobachtungen von Biot und Cuvier, sowie der späteren von Adie und die von de la Rive darauf ge-



Digitized by Google

bauten Schlüsse zusammengestellt und dann aus meinen eigenen Versuchen den Schluss gezogen, dass der Sauerstoff nicht primär zur Stromerzeugung beitrage, sondern secundär durch Beseitigung des Wasserstoffs an der negativen Platte des Elementes.[25]) Herr Exner, der das Vorhandensein einer Spannungsdifferenz zwischen reinem und mit Wasserstoff bekleidetem Platin überhaupt nicht zugiebt, bestreitet natürlich auch den Vorgang der Depolarisation und damit auch die Erklärung, welche ich von der depolarisirenden Wirkung der Superoxyde gegeben habe.[26]) „In Wahrheit", sagt er, „wächst die electromotorische Kraft deshalb, weil der Wasserstoff wieder zu Wasser oxydirt wird."[27]) Dasselbe nehme ich doch selbstverständlich auch an; die ganze Depolarisation liegt in der Verhinderung des freien Auftretens von Wasserstoff und dies Auftreten ist eben dann verhindert, wenn sich derselbe mit dem vorhandenen Sauerstoff zu Wasser verbindet. Der Unterschied zwischen unseren Anschauungen besteht nur wieder darin, dass ich die durch die Depolarisation eingetretene Veränderung in der Potentialdifferenz in Betracht gezogen habe, Herr Exner aber die derselben äquivalente Veränderung im Wärmeprocesse. Dasselbe kann man ferner sagen von den Vorgängen in den bisher sogenannten inconstanten Ketten. Herr Exner berechnet die electromotorische Kraft eines in verdünnte Schwefelsäure tauchenden Zn | Pt paares aus der bei der Auflösung von Zink in verdünnter Schwefelsäure erzeugten und der bei der Zersetzung von Wasser verbrauchten Wärme[28]); sie muss nach dieser Berechnung = 0,732 D sein und in der That zeigt sich, dass ein derartiges Element, nachdem es einige Zeit geschlossen war, die Kraft 0,73 D annimmt.

25) Poggend. Ann. LXXIV. p. 381 (1848).

26) Poggend. Ann. CL. p. 535 (1873).

27) Wiener Sitzungsber. 11. Decemb. 1879. p. 18.

28) ebend. p. 3.

Digitized by Google

Hieraus schliesst nun Herr Exner, dass es gar keine inconstanten Elemente gebe, dass vielmehr die viel grösseren Anfangskräfte, welche an solchen Elementen beobachtet worden sind, dem Umstande zuzuschreiben waren, dass die Leitungsflüssigkeit Sauerstoff enthielt, der zur Verbrennung des Zinks verbraucht wird. Ist das geschehen, so tritt erst die wahre, dem chemischen Processe äquivalente electromotorischen Kraft auf, und diese ist eben 0,73 D. Ich kann mich mit der, sich hieran auschliessenden Erörterung nicht einverstanden erklären. Herr Exner meint nämlich, wenn, wie aus meinen Angaben hervorgehe, die durch Polarisation des Platins in einem Zn | Pt elemente erzeugte Gegenkraft = 0,81 D wäre, so müsste die effective Kraft desselben negativ sein, was eine Unmöglichkeit wäre. Gewiss wäre das eine Unmöglichkeit, aber der Vorgang ist ja auch ganz anders gedacht. Entweder ist die wahre electromotorische Kraft des Elementes = 0,73 D und die höher beobachtete nur der Wirkung des vorhandenen Sauerstoffs zu verdanken, oder die wahre Kraft ist eben jene hohe, welche erst durch die Wasserstoffpolarisation auf 0,73 D hinabgedrückt wird. Im ersteren Falle hat der Sauerstoff, solange er noch vorhanden ist, dazu gedient, von der im Elemente erzeugten Wärmemenge nicht soviel wieder verbrauchen zu lassen, wie nachher verbraucht wird, wenn der Sauerstoff erschöpft ist; im zweiten Falle hat sich die Spannungsdifferenz PtH | Pt von der Zn | Pt subtrahirt, nicht von 0,73 D, sondern von der beobachteten Anfangskraft; das numerische Resultat muss aber beidemal dasselbe bleiben. Um dies zu prüfen, lege ich die von mir vor einunddreissig Jahren gefundenen Zahlen zu Grunde, wie sie von Wiedemann auf die Danielleinheit überrechnet angegeben sind.[29]) Hienach ist die electromotorische Kraft Zn | Pt = 1,539 D, die Kraft

29) Wiedemann. Galvanismus (2) I p. 384 und 407.

Digitized by Google

Pt H | Pt = 0,814 D, also die Differenz = 0,725 D. Wird das Niederschlagen von Zink auf die Platinplatte vermieden, so kommt auch nach meinen Versuchen die electromotorische Kraft der Zinkplatinkette nicht weiter herunter und da 0,73 D die der Auflösungswärme des Zinks entsprechende electromotorische Kraft ist, so scheint es in der That, als sei diese Wärme das einzige Maass, bezüglich die einzige Quelle der Kraft nicht nur der sogenannten inconstanten Zinkplatinketten, sondern aller solcher Elemente, in denen das positive Metall Zink, das negative irgend ein anderes ist, das dann lediglich die Rolle eines Leiters zu spielen hat, an der Erregung der Electricität aber garkeinen Antheil nimmt. Die Versuche, welche Herr Exner mit einer Zinkkupferkette angestellt hat, die ebenfalls genau die electromotorische Kraft 0,73 D zeigte, haben diese Anschauung bestätigt.

Hier weichen nun aber meine Erfahrungen von denen des Herrn Exner ab. Ich führte eine Reihe von Messungen aus, bei denen eine amalgamirte Zinkplatte in ein Gefäss mit verdünnter Schwefelsäure tauchte. Durch ein weites, unten geschlossenes Heberrohr war dieses Gefäss mit einem zweiten verbunden, das dieselbe Flüssigkeit enthielt, und in welches abwechselnd eine frisch gereinigte Platinplatte und eine ebenfalls frisch gereinigte Kupferplatte getaucht wurde. Im letzten Versuch war das Kupfer galvanoplastisch niedergeschlagen. Die Platten waren 1 cm breit und tauchten 4 cm tief in die Flüssigkeit. Die beobachteten electromotorischen Kräfte waren:

	Zinkplatin			Zinkkupfer		
	offen	geschlossen	p	offen	geschlossen	p
	1,51	0,72	0,79	0,99	0,45	0,54
	1,49	0,71	0,78	0,99	0,46	0,53
	1,50	0,71	0,79	0,99	0,44	0,55
	1,56	0,73	0,83	0,95	0,47	0,54
Mittel	1,52	0,72	0,80	0,98	0,46	0,54

30*

Digitized by Google

Die in der Spalte „geschlossen" stehenden Zahlen wurden beobachtet, wenn das Element 3 Minuten lang geschlossen gewesen war. Bei diesem kurzen Schlusse war an ein Ueberwandern des Zinks noch nicht zu denken. Der dritte und vierte Versuch wurden ausserdem mit ganz neuen Säuren ausgeführt. Ich vermuthete, dass der Grund, weshalb ich die Kraft Zn | Cu kleiner gefunden hatte, als die Zn | Pt, in einer Oxydation des Kupfers durch directen Angriff zu suchen sei und ersetzte deshalb die Kupferplatte durch eine Silberplatte, bei welcher eine solche Befürchtung ausgeschlossen ist. Die Messungen ergaben:

Zinksilber

	offen	geschlossen	p
	1,26	0,51	0,75
	1,27	0,54	0,73
	1,20	0,52	0,68
	1,21	0,49	0,72
Mittel	1,23	0,51	0,72

Also auch das Zinksilberelement geht in seiner Kraft weiter hinab, als das Zinkplatinelement.

Um in der Wahl des negativen Metalles noch grösseren Spielraum zu gewinnen, wählte ich als positives statt des Zinks Natrium. In ein poröses Thongefäss wurde ein dicker Brei von Natriumamalgam gebracht, in welchen ein Platindraht tauchte. Die übrige Zusammenstellung war dieselbe wie zuvor und es konnten nun als negative Metalle Platten von Platin, Silber, Kupfer oder amalgamirtem Zink angewandt werden. Gefunden wurde:

	Natriumplatin			Natriumsilber		
	offen	geschlossen	p	offen	geschlossen	p
	2,41	1,37	1,04	2,01	1,20	0,84
	2,31	1,34	0,97	2,16	1,30	0,86
	2,25	1,30	0,95	2,00	1,18	0,82
	2,28	1,32	0,96	2,02	1,21	0,84
Mittel	2,31	1,33	0,98	2,05	1,22	0,83

Digitized by Google

	Natriumkupfer			Natriumzink		
	offen	geschlossen	p	offen	geschlossen	p
	1,74	1,12	0,62	0,77	0,66	0,11
	1,86	1,21	0,65	0,77	0,67	0,10
	1,77	1,09	0,66	0,78	0,70	0,08
	1,79	1,14	0,65	0,82	0,70	0,12
Mittel	1,79	1,14	0,65	0,78	0,68	0,10

Vergleicht man die Kräfte, welche an den mit Zink construirten Elementen gefunden wurden mit denen der zugehörigen Natriumelemente, so findet man das auf Combinationen von Metallen mit Flüssigkeiten ausgedehnte Gesetz der Spannungsreihe bestätigt. Die oben gefundenen Mittelwerthe sind nämlich für die Combinationen

		Pt	Ag	Cu	
offen	Na	2,31	2,05	1,79	
	Zn	1,52	1,23	0,98	
	Na | Zn =	0,79	0,82	0,81	gefunden 0.78
geschlossen	Na	1,33	1,22	1,14	
	Zn	0,72	0,51	0,46	
	Na | Zn	0,61	0,71	0,68	gefunden 0,68

Der Unterschied zwischen den electromotorischen Kräften eines geschlossenen Natriumplatin- und eines geschlossenen Natriumzinkelementes sind so gross, dass an einen zufälligen Grund der Abweichung gar nicht gedacht werden kann. Dagegen ist das in Rede stehende Beispiel ganz dazu geeignet, die Frage zu erörtern, ob nicht durch Oxydation auch der negativen Platte die geringere electromotorische Kraft sich erklären lasse. Wenn sich nämlich nicht nur das Natrium, sondern auch das Zink in der verdünnten Schwefelsäure auflöst, so kommt zur Berechnung der electromotorischen Kraft des Elementes nicht nur die Auflösungswärme des Natriums, sondern auch die des Zinks in Betracht. Ich amalgamirte zwei gleich grosse Zinkplatten

Digitized by Google

ganz gleichförmig und verband die eine in der angegebenen Weise mit Natriumamalgam zu einem Elemente, das ich 17 Stunden lang mit kleinem Widerstande geschlossen liess, während die andere Platte dieselbe Zeit hindurch in ein Gefäss mit verdünnter Schwefelsäure tauchte, ohne sich in irgend einem galvanischen Verbande zu befinden. Nach der angegebenen Zeit wurden die Flüssigkeiten aus der Umgebung beider Zinkplatten geprüft. Die in der Kette gestandene Flüssigkeit zeigte mit Ammoniak übersättigt und mit Schwefelammonium versetzt kaum eine Spur einer Trübung, die andere gab einen dicken Niederschlag von Schwefelzink. Eine Wiederholung des Versuches ergab das gleiche Resultat. Nur wenn Zinkplatte und Natriumamalgam sich nahe bei einander in demselben Gefässe befanden, wurde auch das Zink in der Kette angegriffen; die Säure hatte sich dabei lebhaft erhitzt. Es ist also nachgewiesen, dass auch das Zink, wenn es die Rolle des negativen Mettalles in der Kette spielt, von verdünnter Schwefelsäure nicht angegriffen wird, oder, um den sonst üblichen Ausdruck zu gebrauchen, dass es durch seine Verbindung mit einem positiveren Metalle vor Angriff geschützt wird. Demnach ist in dem Verhalten des Zinks und des Platins dem Natrium gegenüber ebensowenig ein Unterschied zu vermuthen, wie in dem des Silbers und Kupfers. Alle sollten nur die Rolle von Leitern spielen und die electromotorische Kraft des Natriumzinkelementes berechnete sich ganz ebenso, wie die des Natriumplatinelementes. Ich bin hiernach ganz ausser Stande, die grossen Unterschiede, welche ich gefunden habe, anders zu erklären, als man es bisher gethan hat: mit Rücksicht auf die verschiedenen Rollen, welche dem negativen Metalle selbst zugewiesen sind.

Ich habe meinen vorstehenden Tabellen noch eine Spalte „p" beigefügt. Dieselbe gibt jedesmal die Differenz der zwei kurz hintereinander beobachteten Werthe für die

Digitized by Google

electromotorische Kraft der offenen und der geschlossenen Elemente, d. h. nach der hergebrachten Ansicht die Werthe der Polarisation der negativen Platte durch Wasserstoff. Beim stärkeren Natriumplatinelement ist sie stärker als beim schwächeren Zinkplatinelement, am Platin ist sie stärker, als am Silber, am Kupfer oder gar am Zink. Wurden die Elemente nach dem Schlusse geöffnet, so stellte sich die ursprüngliche electromotorische Kraft bei den Silber-, Kupfer- und Zinkelementen sehr bald, bei den Platinelementen nur ganz langsam wieder her. Während z. B. ein Natriumzinkelement offen die Kraft 0,77 D, geschlossen 0,66 D hatte, zeigte es nach einer Oeffnung von ½ Minute schon wieder 0,76 D. Ein Natriumplatinelement, das offen die Kraft 2,25, geschlossen 1,30 D hatte, war in ½ Minute nur bis 1,53, in 3 Minuten nur bis 1,55 D in die Höhe gekommen, nach älterer Anschauung deswegen, weil das Platin Wasserstoff occludirt enthielt, die anderen Metalle nicht. Man kann indess die Occlusion des Wasserstoffe auch zugeben, ohne dessen polarisirende Kraft anzuerkennen. Die verschiedene Geschwindigkeit, in der sich die Elemente erholen, wäre dann so zu deuten, dass an den anderen Metallen, die keinen Wasserstoff occludiren, der aus der Luft in die Flüssigkeit eintretende Sauerstoff sich eher merklich mache, als am Platin.

Nach den gewonnenen Resultaten fragt es sich nun weiter, ob nicht der Begriff einer Polarisation als einer selbstständig und zwar an den einzelnen Platten auftretenden electromotorischen Kraft doch aufrecht erhalten werden dürfe. Nach Herrn Exner hat sie „gar keinen Sinn." Er verwirft die Messung der an den einzelnen Platten auftretenden Polarisation auf das Bestimmteste. „Das Vorstehende" sagt er[30]) genügt auch zur Characterisir-

30) Wiener Sitzungsber. 11. Juli 1878 p. 44.

Digitized by Google

ung der so oft angewendeten Methode zur Bestimmung der Polarisation in nur einem Gase, z. B. des Platins in Wasserstoff dadurch, dass der Sauerstoff zur Oxydation der zweiten Electrode verwendet wird; es ist für den Werth der Polarisation aber keineswegs gleichgiltig, welches Metall oxydirt, respective bei Bildung der Polarisation wieder reducirt wird." Ich kann nicht finden dass Herr Exner sich von der Richtigkeit dieses Satzes auf experimentellem Wege überzeugt hat; es scheint nicht so. Da der Satz für die ganze Annahme einer selbstständigen Polarisation ein fundamentaler ist, so schien mir doch die Anstellung einer Probe dringend nothwendig. Die folgenden Versuchsreihen, welche diese Probe zu liefern bestimmt sind, unterscheiden sich von den früher beschriebenen dadurch, dass in den Stromkreis zwei Zersetzungsapparate hintereinander eingeschaltet wurden, und dass die zu einem Zersetzungsapparate gehörigen Electroden nicht immer einander gleich waren. Der eine Apparat ist aus den Zellen e und e_1 (Fig. 2), der andere aus ε und ε_1 zusammengesetzt. Die Heberröhren, welche die beiden zueinandergehörigen Gefässe verbinden, waren immer mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt. Die Electroden waren bald amalgamirtes Zink in concentrirter Zinkvitriollösung, bald Kupfer in concentrirter Kupfervitriollösung, bald Silber in Silbernitratlösung, bald Platin in verdünnter Schwefelsäure. Die Gefässe e und e_1, ε und ε_1 waren durch Wasserröhren mit den Wassergefässen w_1, w_2, w_3 und w_4 verbunden. Sollte nun die Polarisation einer der vier gleichzeitig angewandten Electroden gemessen werden, z. B. die von e, so wurde das zugehörige Gefäss w_1 durch ein Wasserrohr mit dem Gefässe z verbunden, das wiederum amalgamirtes Zink in Zinkvitriollösung enthielt, ferner wurde die Verbindung zwischen der betreffenden Electrode e und dem Erdboden B und die Verbindung von

z mit dem Electrometer E hergestellt. Es war nun leicht die Polarisation aller vier Electroden nach einander zu messen.

In den folgenden Tabellen sind zuerst die Potentialdifferenzen zwischen der Normalzelle z und den vier der Reihe nach eingeschalteten Electroden angegeben, gemessen bevor der Stromkreis geschlossen war und kurz bezeichnet durch z|Zn, z|Cu, z|Ag, z|Pt, je nachdem e, e_1, ε, ε_1 eine der oben angegebenen Combinationen enthielten. Die für diese Versuche benutzten Platinplatten waren nach der Reinigung mit Säuren ausgeglüht, aber nicht als Anoden angewandt worden. In der zweiten Zeile stehen dann die zugehörigen Potentialdifferenzen, gemessen während der Strom geschlossen war und bezeichnet durch z|Zn_0, z|Cu_0, z|Ag_0, z|Pt_0, wenn die betreffende Electrode mit dem Sauerstoffpol, durch z|Zn_H u. s. w., wenn sie mit dem Wasserstoffpol verbunden war. Die dritte Zeile endlich enthält die Potentialdifferenzen zwischen der reinen Electrode und der polarisirten, also Zn|Zn_0, Cu|Cu_0 u. s. w. d. h. diejenigen Grössen, welche gefunden werden sollten. Die beiden zuerst genannten Electroden bilden immer den ersten Zersetzungsapparat ee_1, die beiden letzten den zweiten $\varepsilon\varepsilon_1$. Alle Zahlen sind auf D=1 bezogen.

I. 4 Grove. Electroden: Zn|Pt und Cu|Pt.

z|Zn	−0,07	z|Pt	1,51	z|Cu	0,98	z|Pt	1,49
z|Zn_H	−0,08	z|Pt_0	2,59	z|Cu_H	0,95	z|Pt_0	2,57
Zn|Zn_H	−0,01	Pt|Pt_0	**1,08**	Cu|Cu_H	−0,03	Pt|Pt_0	**1,08**

II. 4 Grove. Electroden: Zn|Pt und Pt|Pt.

z|Zn	−0,06	z|Pt	1,41	z|Pt	1,41	z|Pt	1,41
z|Zn_H	−0,07	z|Pt_0	2,39	z|Pt_H	0,44	z|Pt_0	2,39
Zn|Zn_H	−0,01	Pt|Pt_0	**0,98**	Pt|Pt_H	−0,97	Pt|Pt_0	**0,98**

Digitized by Google

III. 3 Grove. Electroden: Zn | Pt und Cu | Pt.

z | Zn	0,02	z | Pt	1,44	z | Cu	1,00	z | Pt	1,43
z | Zn_0	0,03	z | Pt_H	0,68	z | Cu_0	1,02	z | Pt_H	0,57
Zn | Zn_0	0,01	Pt | Pt_H	−0,86	Cu | Cu_0	0,02	Pt | Pt_H	−0,86

IV. 3 Grove. Electroden: Zn | Pt und Ag | Pt.

z | Zn	0,02	z | Pt	1,42	z | Ag	1,35	z | Pt	1,40
z | Zn_0	0,04	z | Pt_H	0,57	z | Ag_0	1,36	z | Pt_H	0,58
Zn | Zn_0	0,02	Pt | Pt_H	−0,85	Ag | Ag_0	0,01	Pt | Pt_H	−0,82

V. 4 Grove. Electroden: Zn | Pt und Pt | Pt.

z | Pt	1,35	z | Pt	1,35
z | Pt_H	0,49	z | Pt_H	0,40
Pt | Pt_H	−0,86	Pt | Pt_H	−0,86

VI. Dieselbe Combination.

z | Pt	1,35	z | Pt	1,35
z | Pt_0	2,36	z | Pt_0	2,37
Pt | Pt_0	1,01	Pt | Pt_0	1,02

Aus dieser Tabelle ist Folgendes ersichtlich: In einem jeden Strom, also bei gleichbleibender Intensität und gleichbleibender electromotorischer Kraft, ist die Polarisation zweier Platinplatten vollständig die gleiche, denselben mag als andere Electrode wieder eine Platinplatte in verdünnter Schwefelsäure, eine Zinkplatte in Zinkvitriollösung, eine Kupferplatte in Kupfervitriollösung oder eine Silberplatte in Silbernitratlösung gegenüberstehen und zwar gilt das sowohl für die Polarisation durch Sauerstoff, als für die durch Wasserstoff. Die erhaltenen Zahlen sind noch immer nicht Maximalwerthe besonders nicht in den Fällen, wo die primäre electromotorische Kraft durch die entgegengestzte Anordnung der Electroden geschwächt

Digitized by Google

wurde, sie fallen aber fast genau mit den von Gaugain[31]) gefundenen Zahlen zusammen.

Was die gleichzeitige Polarisation der gegenüberstehenden Platte von Zink, Kupfer oder Silber betrifft, so erweist sich dieselbe als äusserst gering. Ganz unpolarisirbar ist bei so starken Strömen natürlich auch das Zink nicht mehr, aber immerhin sind diese Polarisationen stets so schwach, dass nur ein äusserst unbedeutender Fehler gemacht worden ist, wenn in älteren Arbeiten nur die Polarisation der einen Electrode gemessen wurde, während man die der anderen ganz beseitigt glaubte. Ich bemerke auch noch, dass alle jene Messungen in eine Zeit fallen, in welcher die Angaben du Bois-Reymonds[32]), welche die geringe Zahl wirklich unpolarisirbarer Combinationen kennen lehrten, noch nicht vorhanden waren. Mag man jetzt die auftretenden Polarisationen definiren, wie man will; die Methode ist gerechtfertigt und die oben angeführten Resultate widersprechen bestimmt dem verwerfenden Urtheile des Herrn Exner. Ich glaube daher auch die verschiedenen Epitheta ornantia, mit welchem derselbe unsere Methode beehrt hat, als da sind „absurd", „vollkommen unrichtig", „ganz ohne Sinn" als nicht ganz wohl angebracht bezeichnen zu dürfen. Und wenn die Abschwächung der electromotorischen Kraft einer inconstanten Zinkplatinkette vorher zweideutig schien, so kann man wohl etwas Aehnliches von den eben mitgetheilten Versuchsergebnissen nicht sagen. Wollte man auch die Polarisation einer Platinplatte durch Wasserstoff wieder einer Beseitigung des Sauerstoffs zuschreiben, so sehe ich doch nicht, wie man etwas Analoges gegen die Polarisation einer Platinplatte durch Sauerstoff beibringen könnte, welche ebenfalls ganz gleich

31) Compt. rend. XLI. p. 1166 (1855).
32) Berl. Monatsb. 1859. p. 443.

Digitized by Google

gefunden wird, die gegenüberstehende Platte mag eine polarisirbare oder eine unpolarisirbare, sie mag Platin, Zink oder Kupfer sein. Ich muss danach den Begriff der Polarisation überhaupt, wie er bis jetzt allgemein gefasst wurde, auch jetzt noch aufrecht erhalten. Auch ist es eine nicht zu unterschätzende Stütze für die hergebrachte Anschauung, dass die auf dieselbe basirten ferneren Untersuchungen zu Resultaten geführt haben, die mit der Erfahrung vollständig übereinstimmen; ich erinnere nur an F. Kohlrauschs Untersuchungen über die electromotorische Kraft sehr dünner Gasschichten.[33])

Es kommt mir nicht in den Sinn, auf Grund der gewonnenen Resultaten den Kampf der Contacttheorie gegen die electrochemische wieder aufnehmen zu wollen. Ich würde das für ein sehr verkehrtes Beginnen halten. Ich weise lediglich die unter bestimmten Umständen vorhandenen Potentialdifferenzen nach und zweifele keinen Augenblick daran, dass dem Ausgleiche derselben, dem Strome, ein aequivalenter chemischer Vorgang und ein aequivalenter Wärmeprocess entsprechen wird. Und wenn wir durch die späteren Versuche des Herrn Exner[34]) erfahren, dass auch der voltasche Fundamentalversuch, der wohl von keinem Contacttheoretiker als ein in befriedigender Weise erklärter angesehen wird, sich auf einfache chemische Vorgänge reduciren lässt, so können auch dadurch die Grundanschauungen, welche seit Ohm unseren Vorstellungen vom Zustandekommen des Stromes zu Grunde liegen, nicht zerstört, sondern nur geklärt werden. Nur kann ich nicht zugeben, dass das vorliegende Material schon genüge, um die bekannten Erscheinungen des Galvanismus einfach als rein chemische Vorgänge darstellen zu können.

---

33) Poggend. Ann. CXLVIII. p. 143 (1872).
34) Wiener Sitzungsber. 17. Juli 1879.

Derselbe beschrieb einen

„Schlüssel für electrische Leitungen."

Die Apparate, deren man sich zur schnellen Herstellung und Unterbrechung von Leitungen bei Arbeiten mit galvanischen Strömen zu bedienen pflegt, lassen sich ihrer unzureichenden Isolationsfähigkeit wegen nicht anwenden, wenn es sich um Messung electrischer Potentiale mittelst des Electrometers handelt. Ich bediene mich für diesen Fall eines Schlüssels von folgender Einrichtung.

Auf ein Fussbrett ist eine dicke Hartgummileiste gg (Fig. 3) festgeschraubt, welche drei Klemmschrauben a, b und c trägt. Mit a und c sind zwei starke Messingbögen m und n verbunden, deren freie Enden einander gerade gegenüber stehen. Mit b ist eine starke Messingfeder f verbunden, welche in ein dickeres Messingstück p ausläuft. Die Feder drückt in der Ruhelage p gegen m. Das Fussbrett trägt weiter eine Säule s, in welcher eine Welle w mittelst einer Handhabe drehbar ist, so dass sie, von unten her durch eine Mutter festgezogen, sich nur mit starker Reibung drehen kann. Auf die Welle ist eine seidene Schnur aufgewickelt, deren freies Ende an p befestigt ist. Windet man die Schnur mittelst der Handhabe auf, so legt sich p gegen n fest an, man kann also, ohne irgend welche störende Reibung im Apparate hervorzubringen, eine nach b hinführende Leitung nach Belieben nach a oder nach c hin weiter führen. Für die meisten Zwecke ist es wünschenswerth, zwei solche Schlüssel auf demselben Fussbrett befestigt zu haben.

Ein paar Beispiele mögen die Anwendung dieses Schlüssels vergegenwärtigen:

Digitized by Google

1) als Commutator, z. B. zur Prüfung der Aufstellung des Electrometers (Fig. 4). m und m_1 sind miteinander und mit dem Electrometer E verbunden. n und n_1 untereinander und mit dem Erdboden B. Vom Pol α geht eine Leitung zur Klemmschraube b_1, vom Pol β eine solche zu b. Zieht man p_1 gegen n_1 und lässt p gegen m drücken, so giebt das Electrometer den Ausschlag nach der einen Seite. Zieht man p gegen n und lässt p_1 gegen m_1 drücken, so muss es den gleichen Ausschlag nach der anderen Seite geben.

2) Es soll die electromotorische Kraft des Normalelementes D verglichen werden mit der eines anderen Elementes x und zwar a) so lange dieses geöffnet bleibt und b) nachdem es geschlossen gewesen ist. (Fig. 5) m und m_1 sind untereinander und mit dem Electrometer E, n_1 mit dem Erdboden B verbunden. Vom Pole α des Normalelementes führt eine Leitung nach b, vom Pole β eine zum Erdboden. Ebenso geht vom Pole α_1 eine Leitung nach b, von β_1 eine zum Erdboden. Die Platten p und p_1 stehen zunächst in den zwischen den Bögen m und n einerseits und m_1 und n_1 andererseits freibleibenden Räumen, ohne einen der Bögen zu berühren. Mit dem Erddraht (oder dem Pole β_1) ist endlich noch ein Draht h verbunden, den man an m_1 anhaken kann, um das Electrometer zu entladen. Soll nun die electromotorische Kraft von D gemessen werden, so hakt man den Draht h los und lässt durch Nachlassen der Schnur p gegen m drücken und dort festliegen bis die Ablesung gemacht ist. Dann entladet man das Electrometer nach Zurückziehen von p durch Festhaken von h. Soll die electromotorische Kraft des offenen Elementes x gemessen werden, so hakt man h los, lässt p_1 fest gegen m_1 anliegen und liest wieder ab. Soll endlich die electromotorische Kraft von x nach erfolgtem Stromschluss gemessen werden, so zieht man p_1 fest gegen n_1 und lässt, während h fest-

Digitized by Google

gehakt bleibt, den Stromschluss die gewünschte Zeit hindurch dauern, hebt dann h ab und lässt p_1 nur kurz gegen m_1 anschlagen, worauf man es sofort wieder gegen n_1 heranzieht um den Strom weiter geschlossen zu halten. Durch wiederholtes kurzes Loslassen der Schnur und kurzes Anschlagen von p_1 gegen m_1 erhält man schnell die verlangte Einstellung.

3) Es soll die Potentialdifferenz einer einzelnen polarisirten Electrode gegen eine andere gegebene Platte mit der electromotorischen Kraft der polarisirenden Batterie verglichen werden (Fig. 6). m und m_1 sind wieder untereinander und mit dem Electrometer verbunden. Weiter sind verbunden: b mit n_1 untereinander und mit einem Batteriepol α, der Pol β und die Electrode β_1 mit dem Erdboden, die Electrode α_1 mit der Klemmschraube b_1. Die neutrale Platte z, welche mit dem Zersetzungsapparat durch ein Wasserrohr verbunden ist, kann durch einen in einen Haken endigenden Draht d mit der Electrometerleitung in Verbindung gesetzt werden. Um die primäre electromotorische Kraft zu finden verfährt man wie vorher, d. h. nach Loshaken von h wird p gegen m angelegt. Darauf wird h wieder befestigt, p zurückgezogen und p_1 fest an n_1 herangezogen. Die Zersetzung geht nun im Voltameter vor sich. Soll dann die einseitige Messung der Polarisation während der Dauer des polarisirenden Stromes vorgenommen werden, so wird h losgehakt und an dessen Stelle der Haken d befestigt. Um die Potentialdifferenz zwischen der polarisirten und der unpolarisirten Electrode zu finden, muss selbstverständlich dieselbe Operation durchgemacht worden sein, bevor p_1 gegen n_1 angedrückt worden war.

Digitized by Google

Das Material dazu wurde von mir vorigen Herbst theils in der Umgegend von Ragatz theils im oberen Sernftthale in der Gegend von Elm gesammelt.

Ohne näher auf die übrigen geologischen Verhältnisse dieser Schiefer einzugehen, wegen deren ich sowohl auf das Werk Heers, die Urwelt der Schweiz, als auch auf das von Heim, der Mechanismus der Gebirgsbildung, verweise, wende ich mich sofort zu einer Betrachtung der Beschaffenheit der Schiefer selbst.

Wie überall, wo sehr mächtige Schichtenreihen derselben ausgebildet sind, wechselt auch in diesem Gebiete das Aussehen und die Beschaffenheit der Schiefer nicht unbeträchtlich. Gewöhnlich gleichmässig grau oder schwärzlich erscheinend, werden sie oft ziemlich hell, bräunlich bis zu ganz lichtem Ockergelb und hie und da selbst streifig und fleckig. Ebenso wechselt ihre Härte; manche sind sehr weich, so dass sie sich sehr leicht sägen lassen, andre quarzreichere sind ziemlich hart und kaum mehr zu sägen. Auch in Beziehung auf die mehr oder weniger vollkommene Schieferung zeigen sich nicht unerhebliche Verschiedenheiten. von den feinsten, zu Schreib-Tafeln verwendeten, leicht in die dünnsten Blättchen spaltbaren bis zu ziemlich groben, leicht nur in dickere Platten zu theilen, die theils noch Dachschiefer, theils senkrecht neben einander gestellt dauerhafte Einzäunungen von Feldern und Wiesen liefern. Während die feinsten höchstens Glimmerschüppchen hie und da erkennen lassen, sonst aber vollkommen einfach dem blossen Auge erscheinen, kann man in den gröberen namentlich Quarzkörnchen und silberweiss glänzende bis 1 mm grosse Glimmerblättchen in grosser Anzahl unterscheiden. Stellenweise wird das Gestein dann so gleichmässig grobkörniger, dass man Handstücke desselben leicht als glimmerreichen sehr feinkörnigen Sandstein bezeichnen könnte. Eigenthümlich ist, dass hie und da mit ganz scharfen Grenzen

Digitized by Google

selbst in einzelnen Handstücken sowohl in vertikaler wie in horizontaler Richtung ganz feinschiefrige und grobkörnige sandsteinartige Lagen über und neben einander liegen und dabei so fest mit einander verbunden sind, dass man Dünnschliffe durch beide Gesteinsvarietäten zugleich gehend, sowohl in senkrechter wie in horizontaler, der Schieferung parallel gehender Richtung, anfertigen kann.

In manchen Lagen der Schiefer finden sich auch meist runde, kugelige oder ellipsoidische Knoten von 2—4 mm Durchmesser in grösserer Anzahl ein, meist ziemlich scharf gegen die sie rings umschliessende und sich ihnen anschmiegende, schiefrige Masse durch ihre weissliche Farbe abstechend. Nur sehr spärlich finden sich ähnliche Knoten im Innern aus Schwefelkies bestehend.

Der Mittheilung der mikroskopischen Untersuchung schicken wir zunächst Einiges über die chemische Zusammensetzung der Schiefer voraus.

Hervorzuheben ist hier vor Allem eine Eigenthümlichkeit dieser Schiefer, die sie vor anderen auszeichnet, nehmlich der bedeutende Gehalt an Kalkkarbonat. Derselbe schwankte in 4 verschiedenen von mir untersuchten Varietäten zwischen 17 und 32 pC. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass derselbe nicht von grösseren, in Spalten oder aderförmig vertheilten Anhäufungen an einzelnen Stellen herrührt, sondern ganz gleichmässig in sehr feinen Körnchen durch die Masse der Schiefer vertheilt ist, wie wohl die Schieferlager hie und da auf grosse Strecken sich hinziehende breitere Adern von Kalkspath oder Quarz an manchen Localitäten erkennen lassen.

Zieht man diesen fein vertheilten Kalk durch kalte Essigsäure aus, so bietet das zurückbleibende Schiefermehl hinsichtlich seiner Zusammensetzung kein von andern Thonschiefern abweichendes Verhalten dar, wie die folgende Analyse des feinen Tafelschiefers von Elm sofort erkennen

Digitized by Google

lässt, an der höchstens die geringe Menge von Kalkerde und Magnesia noch als eigenthümlich hervorzuheben wäre. Doch findet sich dies ebenso auch an älteren Thonschiefern, z. B. enthält der unter N. VII von Gümbel aufgeführte Schiefer der untern Kulmstufe vom Eisenberg bei Ludwigstadt nur 0.76 Kalk und Magnesia, der bekannte Dachschiefer von Lehesten in einer Varietät II nach Müller nur [illegible] Kalk und keine Magnesia[1]). Unter den von Rosenbusch untersuchten Elsässer Schiefern befinden sich ebenfalls mehrere, die sehr geringe Mengen von diesen Erden enthalten.

Eigenthümlich ist auch die nicht unerhebliche Menge von Kohlenstoff in den Tafelschiefern. In einer mit Flusssäure aufgeschlossenen Varietät betrug die Menge der zurückbleibenden unter dem Mikroskope nur als Kohlenstoff sich zu erkennen gebenden Masse 1.0 pCt. Es zeigte sich aber bei der mikroskopischen Untersuchung, dass ein Theil dieser Masse als Graphit anzusehen ist, andererseits machte es ein eigenthümlicher bei Behandlung des Schiefers mit Schwefelsäure sich bemerkbar machender Geruch, so wie das Bräunlichwerden einer Kalilauge mit Schieferpulver wahrscheinlich, dass wohl ein Theil der schwarzen Masse im Schiefer eine organische Verbindung sein müsse. Auf meinen Wunsch hatte Herr Professor Hilger die Güte, wie bei der Elementaranalyse organischer Körper den Schiefer, nachdem derselbe mit Essigsäure vom kohlensauren Kalke befreit war, in einem Strome von Sauerstoffgas in seinem Laboratorium verbrennen zu lassen. Aus der gebildeten Kohlensäure berechnete sich die Menge des Kohlenstoffs zu 1.17 pCt. Die Gewichtszunahme des Chlorcalciumrohres ergab [illegible] Wasser, welches 1.14 pCt. Wasserstoff enthält. Wie viel von diesem Wasser aus dem Schiefer als solches aus-

1) Gümbel, Geognost. Beschreib. des Fichtelgebirges S. [illegible] und S. [illegible].

getrieben wurde, und wie viel davon aus dem Wasserstoff einer Kohlenwasserstoffverbindung entstand, lässt sich nicht bestimmen. Doch dürfte von der letzteren nur wenig vorhanden sein, da die mikroskopische Untersuchung nirgends andre als ganz undurchsichtige schwarze Körnchen zeigt, die auch in den dünnsten Schliffen und im feinsten Pulver schwarz und undurchsichtig bleiben, während die nur wenig Wasserstoff enthaltende Steinkohle schon bräunlich durchscheinend bis durchsichtig im Dünnschliffe wird. Nur hie und da bemerkt man an diesen kohligen Massen, dass sie Licht in sehr geringer Menge auch etwas bräunlich hindurchgehen lassen.

Die weitere Analyse des Schiefers ergab nun folgende Zahlen:

Kieselsäure	56,97
Thonerde	15,64
Eisenoxyd	11,64
Kalkerde	1,16
Magnesia	Spuren
Kali	4,27
Natron	0,62
Kohlenstoff	1,67
Wasser	9,52
	101,49

Der Gehalt an Kalkkarbonat ist gerade bei diesem Tafelschiefer ein sehr hoher, nehmlich 32,16 pC.

Das Eisen ist jedenfalls zum Theil auch als Eisenoxydul vorhanden, doch wurde dasselbe nicht besonders quantitativ bestimmt. Mit Ausnahme des ungewöhnlich grossen Gehaltes an Kalkkarbonat bietet demnach dieser Schiefer durchaus keine Besonderheiten dar und verhält sich ganz wie die älteren Thonschiefer.

Wir wenden uns nun zu der mikroskopischen Unter-

Digitized by Google

suchung und deren Resultaten, und zwar wollen wir die beiden Hauptaufgaben, welche derselben erwachsen, gesondert betrachten, indem wir zuerst die mineralogische Zusammensetzung d. h. die Bestimmung, aus welchen Mineralsubstanzen die Schiefer zusammengesetzt sind, erörtern, und darauf die Frage, wie dieselben abgelagert und entstanden sein mögen.

Einige Bemerkungen über die Anfertigung der Präparate mögen hier gestattet sein, da sie vielleicht einem oder dem andern jüngeren Fachgenossen, der Schiefer zu untersuchen wünscht, nicht ganz ohne Nutzen sein dürften und die Frage, wie ein Präparat hergestellt wurde, für die Beurtheilung der aus ihrer Betrachtung gezogenen Schlüssen nicht ganz gleichgültig ist.

Schon Zirkel erwähnt in seiner auch von Gümbel a. a. O. S. 277 als meisterhaft erwähnten bahnbrechenden Arbeit über Thonschiefer, auf die wir noch öfters Bezug nehmen werden, die Schwierigkeit, ganz befriedigende Dünnschliffe von Schiefer herzustellen. Besonders gilt dieses von Schliffen, die senkrecht zur Schieferung angefertigt werden sollen. Parallel der Schieferung ist die Schwierigkeit nicht so erheblich, wenn es allerdings häufig vorkommt, dass man zuletzt hie und da, wenn man das Präparat recht dünn machen will, was bei den Thonschiefern besonders nöthig ist, Löcher in dasselbe schleift, doch ist es dann doch immer noch brauchbar. Von einem Uebertragen des geschliffenen Präparates wird man bei den Schiefern wohl immer absehen müssen.[1]) Wenn das Präparat so weit auf einer Eisenplatte

1) Um doch dabei die Objectträger unzerkratzt zu erhalten, benötze ich eine Eisenplatte, in welche 2 parallele Nuten so eingehobelt sind, dass zwischen ihnen ein Raum von 24 mm frei bleibt, auf dem geschliffen wird. Der Objectträger wird dann an seinen schmalen Seiten mit 2 schmalen Streifen feinen Papiers überklebt, die gleichsam Schutzleisten bilden, so dass das Präparat beim Schleifen ganz gleichmässig dünn

Digitized by Google

dünn geschliffen war, dass es anfing durchsichtig zu werden, setzte ich das Schleifen stets in der Art fort, dass ich mit einem dünnen Stahlplättchen, auf das zum Anfassen ein kleiner Kork aufgekittet war, oder mit einem ähnlichen Glasplättchen auf dem Schieferstückchen mit dem feinsten Schmirgel so leicht als möglich hin und herfuhr. Ist das Schieferstück gut auf den Objectträger aufgekittet, was von dem grössten Einflusse ist, so kann man auf diese Weise, allerdings mit etwas mehr Zeitaufwand, Präparate von sehr geringer Dicke herstellen, und was auch in vielen Fällen sehr vortheilhaft ist, etwas keilförmige. Man hat so an einem Rande, ich möchte sagen, fast nur noch ein Häutchen des Schiefers, und etwas dickere Stellen nach der entgegengesetzten Seite.

Nimmt man sehr feinen Schmirgel, so kann man auf diese Weise mit demselben die Präparate so schleifen, dass sie bei sehr schiefer Incidenz der Strahlen schon ziemlich spiegeln; namentlich bei Lampenbeleuchtung kann man dann das Vorhandensein auch der kleinsten Quarzkörnchen in dem noch unbedeckten Präparate erkennen, indem diese vollkommen polirt werden und wenn sie auch noch so klein sind, wie Brillanten funkeln.

Nach dem Schleifen wurde stets die Hälfte des Präparates mit Kanadabalsam überzogen und nachdem derselbe etwas fest geworden war, das Präparat in verdünnte Salzsäure gelegt, einige auch längere Zeit in concentrirte. Man kann so mit einem Blicke durch richtiges Einstellen des Präparates die Wirkungen der Salzsäure, das Verhalten des geätzten und des nicht geätzten Theiles übersehen.

Von allen Handstücken wurden Schliffe parallel und senkrecht zur Schieferung in dieser Weise hergestellt, da

werden muss und die Ränder nicht verkratzt werden können, da der Objectträger schliesslich an seinen beiden Enden mit dem Papiere auf der Eisenplatte neben den Nuten ruht.

die ersteren wohl über die vorhandenen Mineralien Aufschluss geben können, aber fast gar nichts über die Structurverhältnisse lehren.

Betrachtet man nun die wohl ausgebildeten Dach- und Tafelschiefer in Schliffen parallel der Schieferung, so bieten dieselben nichts von den älteren Schiefern abweichendes dar und die von Zirkel und Gümbel gegebenen Beschreibungen derselben passen auch für diese eocenen Schiefer. Eine von mir vorgenommene Vergleichung dieser mit Präparaten, die ich von Schiefern aus Caub darstellte, ergab so wenig Verschiedenheit, dass man sie für gleich ansehen kann. Die so charakteristischen feinen haarförmigen Mikrolithe, die nur bei starker Vergrösserung als durchsichtige Fädchen oder Nädelchen erscheinen, sonst aber nur wie feine schwarze Pinselhaare, zeigen sich gerade so, wie in den Cauber Schiefern in sehr grosser Anzahl und bedingen wesentlich mit die schwarze Färbung an allen nicht ganz besonders dünnen Stellen der Schliffe. Sie finden sich nicht in allen Proben von gleicher Menge, ganz fehlten sie aber nirgends. Durchschnittlich erschienen sie mir noch feiner, als die der Cauber Schiefer, aber auch wie diese nicht selten gekrümmt, selbst hakenförmig umgebogen, häufig sehr spitz auslaufend. Im Mittel zeigten sie eine Länge von 0,012 — 0,018 mm. Der breiteste, den ich fand, hatte eine Breite von 0,0015 mm. Manche erschienen dagegen selbst bei einer 1050facher Vergrösserung (Hartnack Syst. 10, Ocular 4) noch als einfache schwache Striche. In einem dünnen Blättchen, das vor dem letzten Schleifen so stark geglüht wurde, dass es gelb wurde, zeigten sie sich ebenso unverändert wie in einem anderen, das 8 Tage in Salzsäure gelegen war. Sie liegen ohne irgend welche Regelmässigkeit, aber nicht, wie dies die von Zirkel untersuchten zeigen, nur parallel der Schieferungsfläche, wenn sie auch am häufigsten so liegen, sondern unter allen möglichen Neigungen gegen diese, wie man dies aus

Digitized by Google

den Schliffen senkrecht zur Schieferung sehr deutlich erkennen kann. Ueber ihre mineralogische Natur lässt sich auch nach diesen Präparaten nichts Sicheres aussagen, natürlich auch nicht, ob sie alle derselben Mineralspecies angehören oder nicht.

Der Menge nach alle andern Bestandtheile übertreffend zeigte sich der Glimmer und dem Glimmer ähnliche Mineralien, deren Natur genau zu bestimmen gegenwärtig wohl unmöglich sein dürfte. In unseren Schiefern giebt sich ein Glimmer schon makroskopisch sehr deutlich zu erkennen. Auch in den feinsten Tafelschiefern erscheinen zahlreiche silberweiss glänzende Schüppchen bis zu $^1/_2$ mm gross, in den etwas gröberen Dachschiefern werden einzelne bis 1 mm gross, und sie lassen sich, wenn man das Gestein im Stahlmörser zermalmt und schlämmt, nicht schwer isoliren. Es sind entschieden etwas verschiedene Substanzen; die einen ganz farblos, die andern gelblich bis bräunlich gefärbt. In den Dünnschliffen zeigt sich, wiewohl sehr spärlich, an einigen Stücken eine etwas ins Grünliche gehende glimmerähnliche Masse, welche wir mit Gümbel als eine dem Chloropit nahe stehende chloritische bezeichnen dürfen. Die Glimmerblättchen zeigen sich nun vielfach gebogen und gewunden, andren körnigen Mineralien sich anschmiegend, und vielfach wellig fein gestreift. Nie habe ich eine regelmässige Begrenzung desselben wahrgenommen, dagegen häufig eine zackige Beschaffenheit ihrer Ränder. In den Präparaten bewirkt das häufige Gekrümmtsein der Blättchen, dass man die Grenzen desselben nicht vollständig verfolgen kann, indem sie sich nach der Tiefe zu biegen und von andern Bestandtheilen überlagert werden. Eigenthümlich ist auch für die farblosen Glimmer, dass sie im nicht polarisirten Lichte ganz gleichmässig erscheinend, im polarisirten nun Streifen erkennen lassen, die ein verschiedenes optisches Verhalten zeigen, namentlich auch verschiedene Orientirung

Digitized by Google

der Schwingungsrichtungen. In den gröbsten Schiefern erscheinen manche der Glimmerblättchen an ihren Rändern in sehr feinfasrige Massen überzugehen. Die Glimmerblättchen sind besonders häufig von sehr feinen Kalkspathkörnchen besetzt und eingefasst, wie man das besonders gut beobachten kann, wenn man ein halb geätztes Präparat so ins Gesichtsfeld des Mikroskopes bringt, dass die eine Hälfte desselben vom geätzten, die andre vom nicht geätzten Theile eingenommen wird.

Auch die Glimmerblättchen liegen übrigens nicht durchgängig in der Schieferungsebene, sondern gleichfalls nicht sehr selten gegen dieselbe geneigt, wie man dies ebenfalls in den zur Schieferung senkrechten Schliffen auf den ersten Blick erkennen kann. Sie sind manchmal so dünn, auch die durch Schlämmen isolirten, dass sie ganz oder stellenweise nicht mehr doppeltbrechend sich zeigen und keine merkliche Polarisation deshalb hervorrufen.

Neben den Glimmerblättchen macht sich der Quarz, der ebenfalls schon makroskopisch auch in den feinen Tafelschiefern erkennt werden kann, im polarisirten Lichte sehr auffallend bemerklich. Er erreicht hier nicht selten einen Durchmesser von 0,09 — 0,12 mm; in den groben sandsteinartigen, hart neben den feinen schieferigen Stellen werden sie selbst einen ganzen mm gross. Sie erscheinen meist wasserhell, in den gröberen zuweilen etwas bräunlich, eckig und unregelmässig gestaltet, äusserst selten auch nur auf eine kleine Strecke eine geradlinige Begrenzung zeigend. Sie sind reich an Einschlüssen und Bläschen, die häufig reihenweise liegen. Die Einschlüsse sind sehr verschiedenartig, theils aus feinkörnigen oder staubartigen Partikelchen bestehend, theils aus krystallinischen, nadelförmigen unbestimmbaren Kryställchen. In einem der Quarze fand sich auch ein sehr hübscher Zwillingskrystall, eine knieförmige Verwachsung zweier säulenförmiger Krystalle, der aus-

Digitized by Google

springende Winkel des Knies von 2 Säulenflächen gebildet, ergab im Mittel aus 8 Messungen 117°. Eine gerade Endfläche war ebenfalls noch deutlich zu erkennen, doch war es mir bei der geringen Grösse auch bei den stärksten Vergrösserungen nicht möglich, das Krystallsystem sicher zu bestimmen und ich will daher auch keine Muthmassung über die Natur dieses farblos erscheinenden Zwillinges äussern.

Auch die Quarze lassen übrigens häufig erkennen, dass sie aus einem rundlichen Korne bestehen müssen, indem sie namentlich in den parallel der Schieferfläche angefertigten Präparaten keine scharfe Begrenzung aufweisen, indem sich über die dünneren Ränder der Linse andre Bestandtheile, namentlich die schwarzen Mikrolithe auflagern und jene dadurch unsichtbar machen. Neben diesen Quarzkörnern finden sich, wie dies auch Gümbel für die Fichtelgebirger Thonschiefer erwähnt, eine Menge sehr feiner splitteriger Quarzmassen.

In noch grösserer Menge zeigt sich nun in den Parallelschnitten eine schwarze Masse, die in etwas dickeren Präparaten fast alle andern verdeckt, der Menge nach aber um so mehr zurücktritt, je dünner das Präparat wird. Dieselbe zeigt sich an den dünneren Stellen der Präparate sehr deutlich meist aus rundlichen oder auch etwas eckigen, ganz undurchsichtigen Körnern oder Blättchen bestehend, die gewöhnlich 0,009 — 0,012 mm im Durchmesser haben, und meist gruppenweise beisammen stehen. Sie finden sich aber auch noch viel kleiner und scheinen selbst die staubartigen schwarzen Pünktchen zu bilden, die man überall zerstreut findet. Dieselben möchten wohl grösstentheils als Kohle und zwar Graphit anzusehen sein. Die Anwesenheit des letzteren lässt sich nehmlich sehr bestimmt nachweisen, indem, wenn man die silberartig glänzenden Blättchen, die das blosse Auge schon erkennt, isolirt, unter diesen sich

Digitized by Google

immer einige als feine Graphitblättchen unter dem Mikroskope durch ihre Undurchsichtigkeit und schwarze Farbe bei auffallendem Lichte zu erkennen geben.

Neben diesen meist rundlichen schwarzen Massen finden sich aber auch unregelmässig geformte von beträchtlicherer Grösse, hie und da in einer Weise durchbrochen, die an lockeres Zellgewebe erinnert. Auch diese schwarzen Massen schmiegen sich dem Glimmer ähnlich oft an die grösseren Fragmente an und umgeben dieselben, so dass sie auf den Querschliffen oft wellenförmigen Verlauf zeigen und wie Bänder erscheinen. Diese schwarzen Massen sind in den verschiedenen Varietäten in sehr verschiedener Menge vorhanden, am reichlichsten in den feinschiefrigen Tafelschiefern von Pfäfers. Fast ganz fehlen sie in den Knoten, welche sich in diesen Schiefern finden. Feldspath lässt sich im Ganzen in den feinen Tafel- und Dachschiefern nur selten deutlich nachweisen, doch kommen leistenförmige auf 2 Seiten von parallelen Linien begränzte farbig polarisirende Massen vor, hie und da mit einer Andeutung von Zwillingsstreifung, die kaum von einem andern Mineral herrühren können. Es ist diese Annahme um so wahrscheinlicher, als Feldspathe in den gröberen sandigen Schiefern mit dem plötzlichen Uebergang in feinschiefrigen Thonschiefer, in sehr grossen und sehr deutlichen Körnern auftreten, die bis zu 0.25 mm erreichen. Dieselben gehören theils orthoklastischen, grösseren Theils klinoklastischen Feldspathen an. Die letzteren zeigen vielfach keilförmig in einander gefügte Zwillingslamellen eine geringe 12 — 14° übertragende Abweichung der Auslöschungsrichtung von der Kante P : M. Gewöhnlich zeigen sie sich schon in beginnender Zersetzung. Dieselbe giebt sich durch die Ungleichheit nnd Trübung der Farben, ferner dadurch zu erkennen, dass die geradlinigen parallelen Seiten wie zerfressen mit feinen Einbuchtungen erscheinen, dann geht nicht selten die Masse an den Enden in eine fasrig

Digitized by Google

körnige, das Licht ganz anders polarisirende über und selbst mitten in der im nicht polarisirten Lichte gleichartigen Schliffläche sieht man bei gekreuzten Nicols Stellen, die eine ganz andre Beschaffenheit erkennen lassen und bei Drehung in keiner Stellung mehr farbig oder hell werden. Ich habe einen dieser grösseren Krystalle in Fig. 6 gezeichnet, wie er bei gekreuzten Nicols erscheint und zwar bei einer Stellung, dass nur die feinen Zwillingslamellen dunkel werden. Nur zwischen a b ist der Rand gezeichnet, wie er sich bei parallelen Nicols verhält. Die Flecken 1, 2, 3 polarisiren, soweit sie ganz schwarz gezeichnet sind, gar nicht mehr, wo sie heller sind, polarisiren sie noch etwas, aber wenig. Bei parallelen Nicols bemerkt man von diesen Flecken nichts, oder kaum eine Spur einer etwas andern Färbung der Stellen.

Von Eisenerzen lässt sich unter dem Mikroskope nichts nachweisen mit Ausnahme des Eisenoxydhydrates, das namentlich in den hellen gelblichen Varietäten in grösserer Menge auftritt. Auch aus dem feingepulverten Schiefer liess sich mit Hülfe des Magnetes keine Spur von einem magnetischen Eisenerze ausziehen. Doch macht der in den Knoten hie und da in grosser Menge auftretende Schwefelkies es nicht unwahrscheinlich, dass manche der schwarzen undurchsichtigen Körner diesem Erze angehören mögen.

Zwischen diesen verschiedenen Bestandtheilen erblickt man nun auch ganz unregelmässig in Flecken vertheilt helle, farblose Partieen, welche das Licht nicht mehr polarisiren. Sucht man nach den Grenzen derselben, so bemerkt man bald, dass sich solche gar nicht zeigen, oder dass sich nur stellenweise Kontouren an ihnen erkennen lassen. Zirkel hat diese Masse als eine hyaline, wahrscheinlich aus amorpher Kieselsäure bestehende angenommen. Ich muss jedoch gestehen, dass mir diese Deutung wenigstens für diese eocenen Schiefer nicht sicher erscheint. Sollte es wirklich eine

Digitized by Google

amorphe Masse sein, so ist allerdings kaum an eine andre zu denken, als an Kieselsäure. Dagegen spricht aber das Verhalten der Schiefer, wenn man sie länger mit einer concentrirteren Lösung von kohlensaurem Natron kocht. Zwei verschiedene Proben von Schiefer mehrere Stunden lang mit einer solchen gekocht färbten die Lösung sehr schwach bräunlich, aber es konnte kaum eine Spur von Kieselsäure in der abfiltrirten Flüssigkeit nachgewiesen werden, während unter dem Mikroskope diese nicht polarisirende Masse einen nicht unerheblichen Bruchtheil des Ganzen zu bilden scheint. Will man aber diese Masse nicht als amorph gelten lassen, so muss man annehmen, dass sie schwach doppelbrechend und so dünn sei, dass sie keine Doppelbrechung mehr erkennen lasse. Vom Glimmer ist es nun nicht schwer Blättchen abzuspalten, die bei gekreuzten Nicols bei keiner Stellung desselben mehr hell oder farbig werden und daher auch wie eine amorphe Masse sich verhalten und auch von den grösseren durch Schlämmen aus dem Schiefer zu erhaltenden Glimmerblättchen zeigen manche ebenfalls keine Polarisation mehr. Dass man nun meist keine scharfe Grenze dieser nicht polarisirenden Massen sieht, kann ganz gut davon herrühren, dass sich die Ränder derselben verjüngen und von andren Massen überlagert sind, wie es Fig. 5 schematisch darstellt. Stellt a ein solches Glimmerblättchen dar, das nach b und c hin dünner wird, oder sich auch nur abwärts biegt, so werden die kohligen Bestandtheile, die haarförmigen Mikrolithe, von oben betrachtet, die Endigungen des Glimmerblättchens unsichtbar machen. Dass das auch bei dickeren solchen, die noch polarisiren, häufig vorkommt, davon kann man sich deutlich auch an den Präparaten überzeugen, welche parallel zur Schieferung geschliffen sind. Noch besser aber sieht man dieses an den Schliffen senkrecht zur Schieferung, welche jedenfalls das Vorhandensein einer solchen amorphen Sub-

Digitized by Google

stanz bedeutend einzuschränken räthlich machen. Die eigentliche Structur der Schiefer kann ohnedies nur aus der Betrachtung dieser genauer ermittelt werden und wir wenden uns nun noch zu einer Besprechung der Resultate aus der Betrachtung dieser senkrechten Schnitte.

Da eine Beschreibung immer etwas mangelhaft bleiben muss, indem sie nie ein vollständiges Bild geben kann, so habe ich mich bemüht, möglichst genau zwei solche Querschliffe, Fig. 1 von einem etwas gröberen (Dachschiefer) Fig. 2 von einem feinen Tafelschiefer von Elm wieder zugeben. Eine grosse Zahl der auffälligsten Elemente wurde genau gemessen und darnach der entsprechende Maassstab, der für Fig. 1 und 2 der gleiche ist, (200:1) darunter gezeichnet. Die Zeichnung giebt das Aussehen der Präparate in nicht polarisirtem Lichte. In beiden Präparaten war gleichmässig die in der Zeichnung oben erscheinende Seite etwas dicker, als die untere. Betrachten wir zunächst den gröberen Schiefer (Fig. 1) so fallen sofort die grösseren eckigen Fragmente auf, theils mit sehr scharfen Umrissen, theils mit scheinbar verschwimmenden. Sie gehören alle dem Quarze an. Durch Drehen der Mikrometerschraube überzeugt man sich, dass der Verschwimmen der Umrisse an einzelnen Seiten von einem Dünnerwerden des Fragmentes nach dieser Seite und einer Ueberlagerung des dünneren Endes durch feinere Fragmente und dünnere Krystallmassen, namentlich von Glimmern herrührt. Neben diesen grösseren Quarzfragmenten finden sich nun auch längere und schmälere, aber auch breitere und kürzere Fetzen von Glimmer, die häufig eine elliptische Gestalt zeigen, wie z. B. a und die schon erwähnte Eigenthümlichkeit einer nicht gleichmässigen Polarisation erkennen lassen. Die Glimmerblättchen erscheinen dann auch sehr häufig noch als feine rechteckige oder auch gebogene Streifen, wenn sie nehmlich genau senkrecht zu ihren Spaltungsrichtungen von der Schlifffläche

Digitized by Google

durchschnitten sind, im polarisirten Lichte sehr deutlich durch ihre Farben auch in ganz dünnen fädchenartig erscheinenden Stücken noch kenntlich; in nicht polarisirtem Lichte als farblose Streifen oder Zwischenräume zwischen den Mikrolithen und den kohligen Bestandtheilen sich zeigend, die etwas grösseren zeigen auch häufig eine bräunliche Farbe. Die, wie die Figur zeigt, etwas wellige Schieferung ist hauptsächlich durch die Lagerung dieser Glimmerblättchen, der Kohle nebst dem Graphit und die Lage der meistens, aber nicht ausnahmslos parallel derselben Richtung abgesetzten haarförmigen Kryställchen bedingt. Noch häufiger als die grossen Fragmente des Quarz zeigen auch die grossen Glimmerfetzen einen scheinbaren Mangel eines scharf erkennbaren Endes, bei ihnen ist das aber wohl stets durch eine Krümmung der Blättchen, wodurch gleichsam Mulden in ihnen entstehen, bedingt In und auf diese legt sich eine Menge der feinsten Körnchen, besonders von Kalkspath, die Mikrolithe und Kohlenstäubchen. Je stärkere Vergrösserungen man anwendet, desto mehr steigert sich die Fülle dieser kleinsten Schieferelemente in allen Tiefen, in die man durch Drehung der Mikrometerschraube noch eindringen kann. Ich habe auch hier versucht durch eine Abbildung dies anschaulich zu machen, indem ich eine kleine Parthie aus dem Präparate Fig. 2 (ziemlich aus der Mitte derselben etwas rechts oben den 3 beisammenstehenden Kohlkörnern) in 10fach grösserem Maassstabe (Immissionssystem Hartnack 10) zeichnete. Ausser diesen grösseren Elementen zeigen sich nun überall, namentlich im polarisirten Lichte eine grosse Zahl feinster Körnchen und Splitterchen, von denen erstre,*soweit sie durchsichtig sind, dem Kalkspathe grösstentheils zuzurechnen sein dürften, ausserdem sind es Quarzsplitterchen und wohl Eisenoxydhydrat, welche noch in so feinen Partikeln sich finden. So grosse Stellen, welche das Licht nicht polarisiren, wie in den Schliffen parallel

Digitized by Google

der Schieferung beobachtet man hier nicht, sie sind überhaupt sehr selten zu sehen.

So wie nun das Präparat etwas dicker wird, nimmt die Menge der undurchsichtigen Bestandtheile scheinbar relativ zu, dann scheinen dieselben mehr und mehr breitere Bänder zu bilden, welche sich wellig zwischen den grösseren durchsichtigen Fragmenten hinziehen und sich ihnen anschmiegen, wie es die obere Seite von Fig. 1 und 2 erkennen lässt. Es braucht wohl kaum einer Erwähnung, dass diese relative Zunahme der undurchsichtigen Bestandtheile nur eine optische Wirkung ist, die sich überall wiederholt, und den Schein erzeugt, als ob die undurchsichtigen oder auch nur beträchtlich weniger durchsichtigen Elemente in überwiegender Menge vorhanden wären. Je dünner daher ein Präparat ist, desto richtiger wird es auch das Mengenverhältniss beider Arten von Bestandtheilen angeben.

Der makroskopisch schon bemerkbaren feineren Zusammensetzung und vollkommeneren Schieferung der Tafelschiefer entspricht auch das mikroskopische Bild derselben, wie es Fig. 2 darstellt. Auch hier machen sich bei dem ersten Blicke die noch ziemlich grossen elliptischen oder linsenförmigen grösseren Fragmente bemerklich, aber alle viel regelmässiger auf und über einander geschichtet, als es in Fig. 1 der Fall ist. Doch ist auch hier noch deutlich die wellige Structur ausgesprochen und ein wesentlicher Unterschied gegen die gröberen Schiefer nicht bemerklich.

Diese grossen Fragmente und die sehr deutliche wellig schiefrige Structur fand ich durchgängig bei allen diesen eocenen Schiefern, soviel ich auch untersuchte. Dieselbe kommt nicht allen Thonschiefern überhaupt zu, bei manchen ist sie so wenig ausgebildet, dass man sie gar nicht erkennt, und nicht mit Sicherheit angeben könnte, ob das Präparat senkrecht zur Schieferung angefertigt sei oder nicht, wenigstens die Richtung der Schieferung nicht sicher bestimmen

kann. Sehr auffallend fand ich dies z. B. bei dem Schiefer von Caub, den ich untersuchte, der sich äusserst gleichmässig höchst feinkörnig und feinsplitterig auf der Schliff-fläche senkrecht zur Schieferung zeigte, und keine Spur von solchen welligem Verlauf einzelner seiner Bestandtheile erkennen liess, kaum dass die feinen Glimmerleistchen die Richtung der Schieferung verriethen. Auch mehrere Schiefer des Fichtelgebirges zeigten in ähnlicher Weise Verschiedenheiten von den eocenen, doch ist es jetzt nicht meine Absicht auf diese weiter einzugehen. Dagegen will ich noch einige Bemerkungen über die Knoten in den Schiefern hier anfügen. Auch sie lassen sich in ihrem Verhalten zu der übrigen Schiefermasse auf Querschliffen besser erkennen. Betrachtet man die oft 3—4 mm im Durchmesser haltenden linsenförmigen oder kugelförmigen Massen, so erkennt man deutlich, dass sie fast nur aus Quarz und Glimmer in buntem Gewirre, aber von nicht sehr erheblicher Grösse der Fragmente bestehen. Nur sehr spärlich finden sich hier Kohlepartikelchen oder Mikrolithen. Auffallend ist die Kontour der Fragmente, nehmlich meist höchst unregelmässig, zackig, die einzelnen Blättchen greifen über einander über, ihre Grösse geht kaum über 0,03 mm hinaus. Nach den Seiten gehen die Knoten sehr rasch in die übrige schiefrige Masse über oder verlieren sich, richtiger ausgedrückt sehr rasch, es tritt gleichsam eine Spaltung der Schieferbänder (Fig. 4) bei a ein, die kohligen Zwischenmassen erscheinen wie an einander gepresst und legen sich oben und unten um die Knoten herum. Nicht polarisirende Substanz findet sich kaum in den Knoten, doch zeigen sich hie und da einzelne der Blättchen entschieden ohne Veränderung bei jeglicher Lage der beiden Nicols. Auch in den Knoten finden sich hie und da feine Leistchen, die verschiedene parallele feine Farbenstreifchen erkennen lassen und Feldspathen angehören könnten, da aber auch die Quarzkörnchen und Splitter meist

Digitized by Google

Farbenverschiedenheiten in feinen Linien erkennen lassen, so ist es bei der Kleinheit jener Leistchen nicht möglich, zu bestimmen, ob sie nicht am Ende nur Quarzsplitter seien.

Ich füge dieser Schilderung der eocenen Schiefer noch einige Bemerkungen über die Entstehung derselben bei. Die Betrachtung der Präparate führt auch bei ihnen sicher jeden Unbefangenen zu demselben Schlusse, den schon Zirkel in der erwähnten Arbeit gezogen hat, dass nehmlich keine wesentliche Aenderung in den Thonschiefern nach ihrem Absatze eingetreten sei und dass sie so, wie wir sie jetzt vor uns haben, auch entstanden seien. Dennoch kann man über ihre Entstehungsart noch etwas verschiedener Ansicht sein, insoferne, ob man sie mehr zu den klastischen mechanisch gebildeten Gesteinen oder mehr zu den krystallinischen chemischen Bildungen rechnen soll.

Offenbar wird die Beantwortung dieser Frage davon wesentlich abhängen, ob man jene amorphe Masse als eine selbständige, als einen auch der Menge nach wesentlichen Gemengtheil, auf chemischen Wege aus einer Lösung abgesetzt, ansehen will, und dann auch, welches Gewicht man auf die vorhandenen haarförmigen Krystalle legen will.

Es schien mir für diese Fragen nicht unwichtig, eine Reihe andrer, dem Thonschiefer in einer Art ähnlicher Massen, nehmlich der Mergel und Schieferthone zu untersuchen. Auch von diesen ist es nicht viel schwieriger, als von den Thonschiefern, Dünnschliffe parallel und senkrecht zu der Schieferungs- oder Schichtungsfläche anzufertigen. Ich habe solche von verschiedenen Thonen der Steinkohlenformation (Zwickau, St. Ingbert u. a.) der Trias, (Pflanzenthone des Keupers) Jura, dann Mergel des Lias, tertiäre (Cyrenenmergel u. a.) angefertigt. Hier zeigte sich nun, dass auch diese Massen ohne Ausnahme bald mehr, bald weniger krystallinische Elemente enthalten und zum Theil dem Thonschiefer ausserordentlich ähnlich sind. Namentlich

Digitized by Google

gilt dies für einige karbonische Thone auch hinsichtlich der Structurverhältnisse, wie sie auf den Querschliffen sich zeigen, so dass an manchen Präparaten es kaum möglich wäre zu unterscheiden, ob sie von einem Thon-Schiefer oder Thone genommen seien. Ueberraschend war mir namentlich auch, dass in einigen z. B. in den Thonen von St. Ingbert, die haarförmigen Kryställchen so reichlich sich finden, wie in manchen Schiefern. Allerdings sind die Thone und Mergel durchschnittlich viel ärmer daran, als die Schiefer, aber unter den von mir untersuchten, oben angeführten, fehlen sie keinem ganz und gar, obwohl sie meist auch noch feiner sind, als die in den eocenen Schiefern und hinsichtlich ihrer mineralogischen Natur noch weniger Aufschluss geben, als jene. Es stimmen diese Angaben vollkommen mit denen R. Credner's[1]) überein, der ebenfalls in 30, allen Formationen entnommenen Schieferthonen und Thonen diese feinen Kryställchen auffand.

Auch nicht polarisirende Stellen finden sich in der Mehrzahl der Präparate, so namentlich in dem Zwickauer Schieferthon, in den triasischen Pflanzenthonen, auch in dem Cyrenenmergel und besonders in den Oeninger Schieferthonen. Doch möchte ich auch hier wieder dieselben Zweifel geltend machen, ob wir es mit einem in Wahrheit amorphen, cämentirenden Teige zu thun haben, oder nicht bloss mit einer wegen ihrer geringen Dicke nicht wahrnehmbar polarisirenden krystallinischen Substanz. Die Frage ist hier insoferne noch schwieriger zu entscheiden, als die Thone wegen grösserer Menge undurchsichtiger Moleküle eine solche Substanz eben nur an den allerdünnsten Stellen deutlich erkennen lassen. Ohne hier näher auf die Beschaffenheit dieser Thone und Mergel näher eingehen zu wollen, steht doch das wohl fest, was wir hier nun hervorheben wollen,

1) Zeitschrift für d. ges. Naturw. 1874. S. 1 ff.

Digitized by Google

dass eine ganze Reihe von geschichteten Gesteinen, deren Charakter als ganz oder vorwiegend mechanischer Bildungen Niemand in Abrede stellt, ebenfalls ähnliche krystallinische, nicht klastische, und amorphe Substanz enthalten. Wir dürfen daher auch den Thonschiefer immerhin als vorzugsweise mechanische Bildung ansehen. Die obigen Angaben, sowie die Credners, zeigen aber auch, dass vielleicht nirgends auch nur ein wenig mächtiges Schichtensystem mechanischer Bildung existire, in dem nicht eine gleichzeitig mit dem mechanischen Absatze und in demselben vor sich gehende chemische Thätigkeit krystallinische und wahrscheinlich auch amorphe Gesteins-Elemente ausgeschieden hat. Dass diese beiden die Gesteine bildenden Vorgänge nicht immer in einem bestimmten und gleichmässigen Verhältnisse neben einander hergegangen sind, ist ja wohl selbstverständlich und daher auch natürlich, dass die Producte der beiden Factoren in Beziehung auf die Menge der von jedem erzeugten Bildungen einen sehr verschiedenen Charakter haben müssen. Die Grenze, die wir zwischen mechanischen und chemischen Bildungen ziehen, müssen deswegen immer etwas willkührliches haben, wenn wir überhaupt solche für die Gesteine ziehen wollen. Im Allgemeinen wird man sich natürlich darnach richten, welcher der beiden Bestandtheile der Menge noch vorwiegend ist. Wenn sich nun auch für die Thonschiefer selbst für specielle Fälle das Verhältniss beider Arten von Elementen, der mechanisch herbeigeführten zu den chemisch gebildeten nicht in Procenten sicher wird ermitteln lassen, so glaube ich doch, dass die Mehrzahl der Thonschiefer entschieden eine viel grössere Menge der ersteren, als der letzteren enthalten und deswegen zu den mechanisch gebildeten zu rechnen seien. Für die eocenen Schiefer gilt dies sicher, wie dies schon der plötzliche Uebergang in sandsteinartige Massen anzeigt, und der ganze Habitus, wie er sich besonders auf den Querschliffen zeigt.

Digitized by Google

Unter den bisher von mir untersuchten älteren aus sehr verschiedenen Gegenden, Schweden, Böhmen, Rheinlande, Fichtelgebirge, Ungarn, habe ich bisher keinen gefunden, für den nicht dasselbe gälte; ob auch solche vorkommen, bei denen das umgekehrte Verhältniss Statt findet, dürfte noch eingehenderer Untersuchungen bedürfen, als bis jetzt den Thonschiefern zu Theil geworden sind. Der Uebergang von krystallinischen Schiefern in Thonschiefer macht es an und für sich nicht unwahrscheinlich. Auch aus diesem Grunde wäre eine ausgedehnte Untersuchung aller der Massen, die als „Schiefer" bezeichnet werden, wohl sehr wünschenswerth und gewiss nicht ohne Nutzen für die Aufhellung einer noch ziemlich dunkeln Partie der Petrographie.

Zum Schlusse will ich nur noch ganz kurz über einen Versuch berichten, den ich anstellte, um allenfalls auf experimentellem Wege einiges über die Bildung der Thonschiefer zu erfahren, ohne jedoch zu einem befriedigenden Resultate gelangt zu sein. Ich nahm gröbliches Pulver von Quarz, geschabten Glimmer und Chlorit mit etwas Graphit und brachte dieses Gemenge in ein cylindrisches starkes Glasgefäss, das ungefähr $^3/_4$ mit Wasser angefüllt und dann wohl verschlossen wurde. Ich befestigte dann dieses Glas auf dem Stempel einer Dampfmaschine, so dass es durch denselben horizontal hin und herbewegt wurde, je nach dem Gange der Maschine zwischen 60—100 mal in der Minute. Bei Nacht stand dieselbe jedoch stille, 14 Wochen wurde dieses Schütteln fortgesetzt. Nach dieser Zeit erschien die Flüssigkeit ganz grau, liess man sie stehen, so setzte sich ein Theil der suspendirten Massen sehr rasch ab, dann aber dauerte es 2 Tage bis sich der übrige Theil zu Boden gesetzt hatte, aber auch dann blieb die Flüssigkeit noch milchig trübe von den feinsten suspendirten Theilchen, welche auch durch jedes Filter drangen und selbst nach 8 Tagen noch nicht ganz sich setzten. Der noch etwas

Digitized by Google

feuchte Bodensatz wurde nun in einem 14 mm weiten eisernen Cylinder einem Drucke von 80 Atmosphären mehrere Tage ausgesetzt. Ich erhielt so zwar eine ganz trockne etwas schiefrige Masse, aber ohne alle Festigkeit und so locker, dass sie bei einem Versuche, sie zu schleifen, fortwährend zerbröckelte. Die Untersuchung des Bodensatzes unter dem Mikroskope ergab, dass der Quarz am spärlichsten noch gröbere Körner zeigte und am meisten zerrieben war, während von Glimmer und Chlorit noch ziemlich grosse Blättchen, die auch mit dem blossen Auge noch sehr wohl zu erkennen waren, häufig zu sehen waren. Der Quarz war meistens in feinen Splittern und zum Theil in eckigen Körnchen abgesondert, soweit er nicht mit den übrigen zu einem sehr feinen staubartigen Gemenge verwandelt war, das kaum mehr polarisirende Eigenschaften erkennen liess. Vielleicht könnte man bei viel stärkerem Drucke und mit Hinzufügung eines Bindemittels oder einer Kieselsäurelösung bessere Resultate erlangen, wenn uns dieselben auch schwerlich je ein dem natürlichen Thonschiefer gleiches Produkt liefern und die Bildung desselben vollkommen klar legen dürften.

Fig. 1

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Hundertel mm.

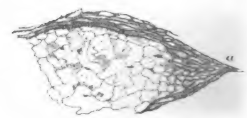
Fig. 2

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 3

Fig. 4



Digitized by Google

Herr v. Bischoff hielt einen Vortrag:

„Ueber die Bedeutung des Musculus Extensor indicis proprius und des Flexor pollicis longus der Hand des Menschen und der Affen."

Herr Prof. W. Koster in Utrecht hat zwei Abhandlungen, die Eine „Sur la signification génétique des Muscles extenseurs des Doigts in den Archives Nederlandaises T. XIV, und die Andere: „Affen und Menschenhand" in den Verslagen en Mededelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen. Afdeding Natuurkunde 2de Reiks Deel XV publicirt, und die Freundlichkeit gehabt, mir dieselben zu übersenden, welche mich zu nachfolgenden Bemerkungen veranlassen.

Man hat bisher wohl allgemein die Ansicht gehabt und gelehrt, dass in Beziehung auf die Muskeln, die Hand des Menschen sich von der Hand des Affen vorzüglich durch den Besitz eines eigenen, gesonderten Streckmuskels des Zeigefingers und eines eigenen, gesonderten langen Beugers des Endgliedes des Daumens bedeutungsvoll unterscheide. Auch ich habe in meinen beiden Abhandlungen: Beiträge zur Anatomie des Hylobates leuciscus und Beiträge zur Anatomie des Gorilla an diesem Unterschied und an dessen Bedeutung festgehalten, obgleich ich mit Duvernoy bei

Digitized by Google

Fig. 1

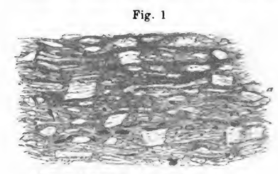


Fig. 2

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 3

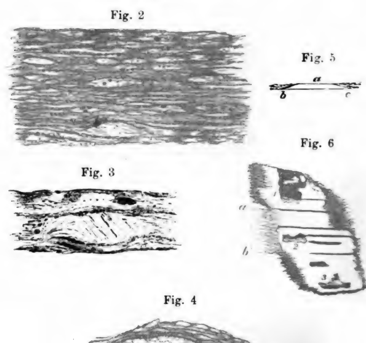


Fig. 4

a

Digitized by Google

Herr v. Bischoff hielt einen Vortrag:

„Ueber die Bedeutung des Musculus Extensor indicis proprius und des Flexor pollicis longus der Hand des Menschen und der Affen."

Herr Prof. W. Koster in Utrecht hat zwei Abhandlungen, die Eine „Sur la signification génétique des Muscles extenseurs des Doigts in den Archives Nederlandaises T. XIV, und die Andere: „Affen und Menschenhand" in den Verslagen en Mededelingen der koninklijke Akademie van Wetenschappen. Afdeding Natuurkunde 2de Reiks Deel XV publicirt, und die Freundlichkeit gehabt, mir dieselben zu übersenden, welche mich zu nachfolgenden Bemerkungen veranlassen.

Man hat bisher wohl allgemein die Ansicht gehabt und gelehrt, dass in Beziehung auf die Muskeln, die Hand des Menschen sich von der Hand des Affen vorzüglich durch den Besitz eines eigenen, gesonderten Streckmuskels des Zeigefingers und eines eigenen, gesonderten langen Beugers des Endgliedes des Daumens bedeutungsvoll unterscheide. Auch ich habe in meinen beiden Abhandlungen: [illegible] zur Anatomie des Hylobates leuciscus und Beiträge zur Anatomie des Gorilla an diesem Unterschied und [illegible] Bedeutung festgehalten, obgleich ich mit [illegible]

dem Gorilla einen eigenen, allerdings nur sehr schwachen und von dem gemeinschaftlichen Strecker der Finger kaum getrennten Zeigefinger Strecker beobachtete.

Herr Koster glaubt dagegen behaupten zu können, dass es sich, bei richtiger Erwägung aller Thatsachen, herausstelle, dass kein specifischer Unterschied in der Muskulatur der Hände bei den Anthropoiden und dem Menschen anzunehmen sei.

Herr Koster geht dabei von der Beobachtung einer, wie er glaubt, bisher noch nicht wahrgenommenen Varietät in der Anordnung des Extensor indicis proprius an seiner eigenen Hand, und dann auch an der einer männlichen Leiche aus, bei welcher die Sehne des Extensor indicis proprius sich in zwei Branchen theilt, von welchen die eine sich wie gewöhnlich gemeinschaftlich mit dem Extensor digit. comm. an den Zeigefinger ansetzt, die andere sich mit der Sehne des Extensor pollicis verbindet. Er glaubt in dieser Varietät eine Homologie, und damit eine atavistische Bildung, derselben Muskeln an der Hand vieler Affen zu finden, wodurch die specifisch indicatorische Bedeutung des Extensor indicis proprius bei dem Menschen aufgehoben, und zugleich das Vorkommen solcher Varietäten bei dem Menschen erklärt werde. Ebenso ist Herr Koster der Ansicht, dass weil bei den meisten Affen eine Sehne des Flexor digitorum commun. prof., welche der Radial-Portion dieses Muskels angehöre, zu dem Endgliede des Daumens geht, diese den Flexor pollicis longus der Menschenhand ersetze, und dadurch auch in dieser Hinsicht der Unterschied zwischen der Hand des Menschen und der Affen aufgehoben werde. Dieser Unterschied laufe in beiden Fällen nur auf eine weiter fortgeschrittene Differenzirung derselben Muskeln zurück, welche sich in gleicher Weise in der Anlage schon bei den Affen vorfinden.

Ich erlaube mir nun zuerst zur Richtigstellung des

Digitized by Google

Sachlichen zu bemerken, dass die von Herrn Koster beschriebene Varietät in dem Verhalten des Extensor indicis proprius, allerdings auch schon von früheren Anatomen beobachtet wurde.

Clazon, Upsala lakareförenings födhandlingar Bd. II, Heft 6 p. 427, 1868, beschreibt einen Extens. ind. propr., welcher eine Sehne zum Ext. poll. long. abgiebt.

J. Wood, Proceedings of the royal. Soc. of Lond. 1867. Nro. 93 pag. 518 beobachtete einen überzähligen Extens. ind. et pollicis, welcher von der hinteren Fläche der Ulna, dem Ligam. inteross. und dem fibrösen Septum zwischen Extens. poll. long. und Extens. ind. propr. entsprang, durch die Scheide des Ext. dig. comm. des Lig. carpi dors. auf den Handrücken ging, und dort eine cylindrische Sehne bildete, welche sich in zwei Zipfel für den Daumen und Zeigefinger theilte.

W. Gruber, Oestr. Zeitschr. f. pract. Heilk. 1870. Nro. 16 u. 17 beobachtete einen Ext. ind. propr. bicaudatus, dessen beide Sehnen an der linken Hand beide zum Zeigefinger gingen. An der rechten Hand aber theilte sich die Sehne des kleineren Theiles wieder in zwei Sehnen, von welchen sich die eine der Sehne des Zeigefingers auschloss, die andere zum Nagelgliede des Daumens ging.

Curnow Journ. of Anat. and Phys. Vol. X 1876 beschreibt einen überzähligen Extensor indicis proprius, der sich in drei Sehnen spaltete, eine zum Daumen, eine zweite zum Zeigefinger, eine dritte zum Mittelfinger.

Wesentlicher indessen, als dieses so leicht mögliche Uebersehen einer ausgedehnten und zerstreuten Literatur, ist es, dass dieser hier von Herrn Koster und Anderen beobachtete Fall, durchaus nicht mit dem bei den Affen oft zu beobachtenden und von Herrn Koster angezogenen übereinstimmt. Bei den Affen, auch den Anthropoiden, kommt es oft vor, dass die Sehne des Extensor pollicis

Digitized by Google

longus sich spaltet und eine Branche an den Zeigefinger abgiebt, aber der umgekehrte Fall, dass die Sehne des Zeigefingerstreckers sich mit einem Theile auch an den Daumen ansetzt, wie in den Fällen des Herrn Koster und den oben erwähnten, findet sich bei den Affen nie, ist wenigstens so viel ich weis von keinem Autor beschrieben, und auch von mir nie beobachtet worden.

Dieser erhebliche Unterschied entzieht eigentlich schon der ganzen Argumentation des Herrn Koster den Boden. Allein ich will auf demselben allein meinen Widerspruch nicht aufbauen; denn es ist allerdings auch ein Fall beschrieben worden, in welchem sich die bei den Affen öfter vorkommende Anordnung, dass der Extensor poll. longus auch eine Sehne zum Zeigefinger abgab, beim Menschen beobachtet wurde. John Bankart, Pye-Smith and Phillips in Guys. hosp. Reports 1869. Vol. XIV p. 436. Man könnte also, wenn man wollte, auf diesen Fall die weitere Argumentation des Herrn Koster stützen.

Ich bin aber mit anderen Anatomen der Ansicht, dass dem allgemeinen Plane nach, die Streckmuskeln der Finger der Hand sowie die der Zehen des Fusses, gleich den Beugemuskeln derselben, in zwei Schichten angeordnet sind. In der oberflächlichen Schichte liegt der Extensor digit communis und der Extensor digiti minimi; in der tiefen der Extensor pollicis brevis, pollicis longus und indicis. Diese tiefe Schichte ist zerklüfteter, schwächer und unvollständiger entwickelt, als die tiefe Schichte der Beugemuskeln; ihre Zerklüftung ermöglicht aber einen isolirteren Gebrauch der einzelnen Finger, was für den kleinen Finger auch durch einen von dem gemeinschaftlichen Strecker gesonderten Kleinfinger-Strecker erzielt wird. Der Mittel und Ring-Finger erhalten beim Menschen in der Regel keinen eigenen Streckemuskel und Sehne aus der tiefen Schichte. Bei den Affen ist diese tiefe Schichte häufig weit vollständiger ent-

Digitized by Google

wickelt, als bei dem Menschen. Der Streckmuskel des Daumens giebt oft auch noch eine Sehne an den Zeigefinger ab; der Streckmuskel dieses Zeigefingers schickt ganz gewöhnlich auch noch eine Sehne an den Mittelfinger und auch noch an den Ringfinger, für die aber oft auch noch ein eigener Muskel vorhanden ist; aber es ist charakteristisch, dass durch diese verschiedene Anordnung der Muskeln der tiefen Schichte an der Hand der Affen, sehr selten ein isolirterer, sondern meistens nur ein combinirter Gebrauch der einzelnen Finger ermöglicht wird; weil meistens die Sehnen von zwei, selbst von drei Fingern in einem Muskel vereinigt sind, auch die Sehnen mehr untereinander zusammenhängen. Nur bei dem Gorilla findet sich ein gesonderter, aber nur sehr schwach entwickelter Extensor indicis proprius; zuweilen scheint dieser indessen auch ausnahmsweise als Varietät bei einem oder dem anderen Affen vorzukommen, wenigstens sah ich einmal bei einem Cynocephalus Sphinx einen solchen besonderen Extensor, der nur zum Zeigefinger ging.

Ich glaube ferner ebenfalls, dass es in diesem den Affen und dem Menschen gemeinschaftlichen Plane einer tiefen Schichte der Fingerbeuger begründet liegt, dass in der Anordnung derselben bei dem Menschen so viele Varietäten vorkommen, unter welchen alle Anordnungen bei den Affen sich finden können, obwohl auch solche vorkommen, die sich bei den Affen nicht finden, wie z. B. die von Herrn Koster beobachtete, oder eine von Prof. Rüdinger beschriebene, bei welcher alle Finger von der tiefen Schichte eine Sehne erhielten. Ob unter diesen Varietäten bei dem Menschen auch das gänzliche Fehlen eines eigenen Extensor indicis gerechnet werden kann, ist mir sehr zweifelhaft. Allerdings sagt Henle, wie Herr Koster angiebt, in seiner Anatomie, bei Beschreibung dieses Muskels: „Fehlt zuweilen ganz.“ Allein es ist nicht zu ersehen ob Henle diese Angabe nach

Digitized by Google

eigenen Beobachtungen macht, oder nur nach denen Anderer. Ich vermuthe Letzteres; finde aber in der ganzen mir zugängigen Literatur nur zwei Angaben über angebliches Fehlen dieses Extensor indicis, nämlich von Moser in Meckels Archiv Bd. VII, und von Luschka in dessen Anatomie des Menschen. Abth. V. Die Glieder. In beiden Fällen war indessen ein kleiner „Supplementar Muskel" vorhanden, den Moser selbst nur für einen verkümmerten Extensor indicis proprius ansieht. Ich selbst habe in einer fast 45jährigen reichen Erfahrung nie diesen Muskel fehlen sehen. Sollte aber das Fehlen desselben wirklich vorkommen, so würde man dieses keineswegs als einen von den Affen überkommenen Atavismus betrachten können, denn diese besitzen den betreffenden Muskel, aber er geht bei ihnen nicht ausschliesslich zum Zeigefinger, sondern auch zum Mittelfinger; und selbst der von mir beschriebene Fall bei Pithecia hirsuta, kann kaum als ein Fehlen des Zeigefingerstreckers betrachtet werden, da der Muskel sich wirklich findet, aber nur zum Mittelfinger eine Sehne schickt, während der Zeigefinger zwei Sehnen vom langen Daumenstrecker erhält.

Ich betrachte es daher als fast ausnahmslose Regel, dass sich bei dem Menschen ein eigener nur für den Zeigefinger bestimmter Streckmuskel findet, und dass im Gegentheil ein solcher nur für diesen Finger bestimmter Muskel, bei den Affen mit Ausnahme des Gorilla und vielleicht einzelnen Fällen immer fehlt. Alle möglichen oder wirklich beobachteten Varietäen bei dem Menschen in dieser Hinsicht, und deren Analogie oder Homologie mit ähnlichen oder gleichen Anordnungen bei den Affen, können an dieser für die unendliche Mehrzahl der Fälle geltende Regel und dem aus ihr hervorgehenden Satze Nichts ändern, dass sich die Hand des Menschen von der der Affen durch den Besitz eines solchen, nur für den Zeigefinger bestimmten Streckmuskel, wesentlich unterscheidet. Die Regel und nicht

Digitized by Google

die Ausnahme bestimmt die Schlussfolge. Es wäre eine merkwürdige Logik, wenn die Ausnahme die Regel über den Haufen würfe.

Wenn wir nun aber zu gleicher Zeit sehen, dass der gestikulatorische, pantomimische Gebrauch der Hand, und in Sonderheit des Zeigefingers bei dem Menschen, den welchen der Affe etwa auch in dieser Hinsicht von seiner Hand macht, bei Weitem übertrifft, so sind wir vollkommen berechtigt, ja genöthigt zu sagen, dass der Besitz eines eigenen gesonderten Streckers des Zeigefingers ein „specifisch menschlicher" sei. Die Hypothese, welche Herr Koster aufstellt, „dass es einmal vorkommen könne, dass beim gleichzeitigen Secciren eines Orangs und eines Menschen beim Ersteren der „specifisch menschliche" Muskel zum Vorschein käme, während er an der menschlichen Hand nicht zu zeigen wäre", ist um so unberechtigter, da dieser Fall in Beziehung auf den Orang bis jetzt noch nie beobachtet wurde. Und wenn er wirklich einmal beobachtet würde, so würde er dennoch den „specifisch menschlichen" Charakter des Muskels nicht beeinträchtigen oder gar beseitigen, weil es sich dann immer nur um eine Ausnahme gegenüber einer fast ausnahmslosen Regel handeln würde. Die von Herrn Koster geäusserte Meinung, dass wenn der Affe ein menschliches Gehirn besässe, er von seinen Fingerstreckmuskeln denselben charakteristisch indicatorischen Gebrauch machen werde wie der Mensch, erinnert unwillkührlich an das bekannte Sprichwort: „Wenn das Wörtlein Wenn nicht wär, wär der Affe auch ein Bär." Ich würde übrigens auf diese Voraussetzung antworten, dass alsdann wahrscheinlich dieser Affe mit Menschengehirn, auch eine Menchenhand mit einem eigenen getrennten Streckmuskel für den Zeigefinger besitzen würde.

So viel also zur Richtigstellung der Thatsachen in Betreff des Extensor indicis proprius.

Digitized by Google

In Beziehung auf den Flexor pollicis longus der Hand des Menschen und der Affen, hat Herr Koster keine neuen Thatsachen vorgebracht. Hier bleibt es vorläufig dabei, dass erstens ein vollständiges Fehlen dieses Muskels bei dem Menschen, so viel ich weis, bisher niemals beobachtet wurde. Ich kenne zweitens auch keinen Fall in welchem eine Verschmelzung dieses Muskels mit dem Flexor digitorum communis profundus bei dem Menschen sich vorfand. Dagegen ist drittens kein anderer Fall eines selbständigen Flexor pollicis longus bei einem Affen bekannt, als der von mir beschriebene bei Pithecia hirsuta, und dieser ist so eigenthümlich, dass es sich sehr fragt, ob er nicht als eine individuelle Varietät an dem einzigen mir zu Gebot gestandenen linken Arm dieses Affen auftritt oder, was wahrscheinlicher ist, als zum Flexor digit. communn. sublimis gehörig zu betrachten ist. Der spindelförmige Muskelbauch entspringt, wie ich bei erneuter Ansicht mich überzeuge, hoch oben gemeinschaftlich mit dem Flexor digitorum communis sublimis, dem Extensor carpi radialis und dem Pronator teres von dem Condylus internus des Oberarms, also keineswegs wie der Flexor pollicis longus beim Menschen oder die zum Daumen gehende Sehne des Flexor digitorum communis prof. bei dem niedern Affen, von dem Radius und dem Ligam. inteross. Die schon über der Mitte des Vorderarms entstehende lange Sehne des Muskels läuft dann zwischen Flexor digit. communn. sublim. und profundus bis zur Handwurzel, woselbst sie mit dem Radialrand der breiten, noch ungetheilten Sehne des Flexor dig. comm. profundus in der Art in Verbindung steht, dass man sagen kann, dass Fasern dieser Sehne und vielleicht auch der zu ihr gehörigen vom Radius entspringenden Muskulatur sich mit jener verbinden und zum Daumen gehen. Es scheint mir hiernach begründeter diesen Muskel eher für das Homologon des in der Regel bei dem Menschen sich von dem Flexor dig. communis sublimis ablösenden

Digitized by Google

Verstärkungsbündel zum Flexor pollicis longus, als für diesen selbst anzusehen.

In Beziehung auf die übrigen Affen ist es zweckmässig hier hervorzuheben, dass bei den niedrigen Arten von der noch in der Handwurzel ungetrennten breiten Sehne des Flexor digitorum commun. profund. bald mehr von der Mitte ihrer Palmarfläche, bald mehr von ihrem radialen Rande, eine Sehne sich loslöst, welche zu dem Endgliede des Daumens geht, und die Stelle der Sehne des Flexor poll. longus vertritt. Man kann dann bald mehr bald weniger diese Sehne so von der ganzen Sehne künstlich trennen, dass man sie bis zu den von dem Radius entspringenden Fasern des ganzen Muskels verfolgen kann, ja dieses ist bei dem Hylobates sogar an einzelnen Händen und Armen in dem Grade der Fall, dass man sagen kann, der grösste Theil dieser vom Radius kommenden Muskelfasern gehört dieser Sehne zum Daumen an. Allein es ist sehr beachtenswerth, dass diese Sehne bei den übrigen Anthropoiden so schwach wird, dass sie nicht mehr in Verbindung mit der Sehne des Flexor digitorum communis bleibt, sondern von dem Lig. carpi volare oder von der Aponeurosis palmaris ausgeht, oder endlich ganz verschwindet, wie oft bei dem Gorilla, und wie es scheint bei dem Orang immer. Dann hat der überhaupt verkümmerte Daumen gar keine Spur eines langen Beugers mehr.

Dieses letztere Verhalten spricht, wie mir scheint, ausserordentlich dagegen, dass man den bei dem Menschen nie fehlenden Flexor pollicis longus einfach als die selbständig gewordene Radial-Portion des Flexor digitorum communis profundus der Affen auffasst. Man sieht, dass hier noch Etwas Anderes mit hienein spielt, und dieses kann nicht wohl Etwas Anderes sein, als der Gebrauch. Man könnte sagen: In dem Bauplan der Hand der Affen und der Menschen liegt ein langer Beuger des Endgliedes des

Digitized by Google

Daumens eingeschlossen. Bei einem mässigen Gebrauch desselben ist er, wie bei den niederen Affen noch nicht selbstständig, sondern mit dem Flexor digit. comm. profund. vereinigt. Wird er gar nicht gebraucht, so geht er ganz ein, wie bei den drei höheren Anthropoiden. Wird er aber in hohem Grade gebraucht und sein Gebrauch ein wesentliches Bedürfniss, dann entwickelt er sich selbständig kräftig wie beim Menschen. Aber was bestimmt diesen Gebrauch? Vielleicht die Entwicklung des Gehirns? Dann würde man fragen, was bedingt diese? und dann sollte man doch auch glauben, dass schon die Anthropoiden einen entwickelteren langen Daumenbeuger haben müssten, als die niederen Affen, da ihr Gehirn auch viel entwickelter ist. Man sieht, man wird dabei ganz in die vollständig unbeantworteten und unbeantwortbaren Fragen der individuellen Gestaltungsformen der verschiedenen Organismen verwickelt, über die keine Redensart Aufschluss gibt. Aber die Verschiedenheiten dieser Gestaltungsformen bleiben bestehen. Und wenn ich sehe, dass der Mensch einen Flexor pollicis longus besitzt, und beobachte, dass er dadurch zu einem grossen Theile zu dem umfassenden und vielseitigen Gebrauch seines Daumens und seiner ganzen Hand befähigt wird, so wie dass anderer Seits Beides den Affen und insbesondere den Anthropoiden fehlt, so werde ich nicht nur berechtigt, sondern sogar gezwungen sein zu sagen, dass sich in dem Besitz eines Flexor pollicis longus ein wesentlicher Unterschied zwischen Menschen- und Affen- Hand ausspricht.

Ich sehe aber weiterhin auch nicht ein, wie Herr Koster dadurch, dass er für eine Varietät oder eine anatomische Anordnung beim Menschen oder einen höheren Organismus überhaupt, eine Homologie oder Analogie bei einem niedrigeren Organismus aufgefunden hat, er für diese Anordnung oder Varietät durch die Belegung mit dem Namen eines Atavismus oder einer atavistischen, eine Erklärung der-

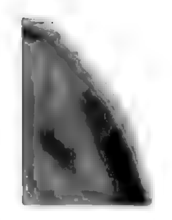
Digitized by Google

selben gegeben zu haben glaubt. Selbst wenn ich mich willig der Hypothese anschliesse, dass in dem ersten einfachsten Organismus der Keim zu allen anderen nachfolgenden eingeschlossen war, ebenso wie in dem Ei noch alle Theile des zukünftigen Organismus schon unentwickelt enthalten sind, wenn ich mich willig und gern der vortrefflich erfundenen Worte Phylogenie und Ortogenie bediene, kann ich doch in dieser Hypothese und diesen Worten nicht die mindeste Erklärung für die phylogenetische Entwicklung der gesammten Organismen noch der ontogenetischen oder atavistische Entwicklung des Einzelwesens erblicken. Die bewirkenden Ursachen und die Gesetze ihrer Wirksamkeit sind in beiden Fällen ganz unbekannt, und Worte wie: Anpassung, Vererbung, Zuchtwahl, Variabilität, Atavismus etc. geben darüber nicht den mindesten Aufschluss. Ich sehe also in der Nachweisung einer Varietät, als einer atavistischen Bildung auch nicht den mindesten Aufschluss über ihr Zustandekommen. Dennoch bin ich weit davon entfernt einen solchen Nachweis, wenn er wirklich gelingt, nicht für eine schätzbare Vermehrung unserer Kenntnisse über die organische Formbildung zu betrachten, nur darf man diese nicht als ein Verdienst der neueren Entwicklungslehre und als ein durch sie neu aufgestecktes Licht über diese organische Formbildung ansehen. Herr Koster kann doch unmöglich die Meinung der Laienwelt theilen, dass dieses Bestreben der Auffindung und Nachweisung der Analogien und Homologien der organischen Formen eine ganz neue Errungenschaft sei, die wir dem Darwinismus oder der neuen Entwicklungslehre verdankten, durch welche Meinung diese Lehre eben bei den Laien einen so grossen Beifall gefunden hat. Diese wissen freilich nicht, dass ein Aristoteles, Buffon und Cuvier, ein Owen, Meckel, Tiedemann, Oken, J. Müller etc. etc. ganz dieselben Zwecke verfolgten, und auch die Resultate ihrer Forschungen nur es sind, auf welche sich die

Digitized by Google

neueste Entwicklungslehre aufbaute, und jetzt durch rastlosen Eifer immer zahlreichere und schönere Thatsachen zur Aufklärung der organischen Formen zu Tage fördert. Aber eine Erklärung über ihr Zustandekommen muss man von ihr nicht erwarten und ihr noch viel weniger zuschreiben. Einstweilen würde es immer nur eine Thatsache sein, wenn eine Varietät in dem Verhalten des Streckers des Zeigefingers bei dem Menschen, eine Uebereinstimmung mit einem normalen Verhalten bei Affen oder anderen Thieren zeigte. Welche Umstände es veranlasst und mit Nothwendigkeit bedingt haben, dass bei diesem menschlichen Individuum diese von dem menschlichen Typus abweichende Bildung zu Stande kam, würde dadurch nicht im Mindesten erklärt sein.

Ich kann hiernach in dem Verfahren des Herrn Koster wieder nur einen jener Fälle erblicken, in welchem die unbedingten Anhänger der neueren Entwicklungslehre die Unterschiede der organischen Formen um jeden Preis möglichst fortzuräumen bemüht sind, auch wenn dieses nur auf Kosten der unläugbarsten Thatsachen geschehen kann. Ich glaube nicht, dass die Entwicklungslehre auf diese Weise gefördert wird, sondern nur dadurch, dass man die bestehenden Unterschiede offen anerkennt, und sich bemüht, deren Zustandekommen aufzuklären; freilich nicht blos mit Worten und schön gebildeten Kunstausdrücken, sondern durch Auffindung der formbildenden Kräfte und der Gesetze ihrer Wirksamkeit. So lange dieses nicht möglich ist, kann es nur ebenso schädlich sein, die bestehenden Unterschiede zu ignoriren oder zu bestreiten, als es nützlich ist, den wirklichen Uebereinstimmungen nachzugehen.



Digitized by Google

Herr Hermann v. Schlagintweit-Sakünlünski berichtet

über die Aufnahme neuen Beitrages von Sammlungsgegenständen aus Indien und Hochasien in das k. b. Ethnographische Museum (I),

sowie, in Betreff der landschaftlichen Ansichten, die während der Reisen von seinem Bruder Adolph und von ihm selbst ausgeführt wurden,

über erstes Einreihen von 12 Aquarellen in das k. Kupferstich- und Handzeichnungs-Cabinet (II).

Er meldet zugleich die hier folgenden Mittheilungen [1]) über die gebotenen Objecte, und zeigt von einigen der ethnographischen Gegenstände die Abbildungen; solche sind in grosser Anzahl in Verbindung mit der vergleichenden Untersuchung des ethnographischen Materiales und als Vorarbeit für die anthropologisch-ethnographischen Blätter des Atlas zu den „Results" schon gezeichnet.

1) Das Manuscript darüber hatte zur Zeit im k. b. Ministerium für Kirchen- und Schul-Angelegenheiten noch vorgelegen.

Digitized by Google

I.

Die neue Abgabe aus den Reise-Sammlungen an das k. Ethnographische Museum.

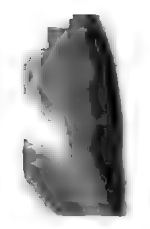
Einleitende Bemerkungen. — Verzeichniss nach Abtheilungen und Gruppen.

Zur Erläuterung der Zusammenstellung, welche ich in dem hier folgenden Verzeichnisse zu geben habe, sei es mir gestattet, in Kürze der allgemeinen Uebersicht nochmals zu erwähnen, welche ich in der December-Sitzung von 1877 in der k. Akademie als

„Bericht über die ethnographischen Gegenstände unserer Sammlungen, und über Raumanweisung in der k. Burg zu Nürnberg"

sogleich nach Gewährung der Aufstellung durch S. M. den König vorgelegt habe.

In jener Abhandlung enthält Abschnitt A, der aus einer Abtheilung nur besteht, systematisch angelegt den Catalog der ethnographischen Raçentypen, hergestellt nach „plastischen Abformungen über Lebende" während unserer Reisen. Da die Dimensionen sowie die Modificationen der Bodengestaltung für die vertretenen Gebiete, von Ceylon bis Turkistán, sehr grosse sind, mussten auch die gesammelten Typen überall vielseitig ausgewählte und zahlreiche sein, um die zu bestimmenden Raçen möglichst unabhängig von individueller Verschiedenheit erkennen zu lassen. Die Reihen waren demnach gestiegen auf 275 Vorderköpfe nebst 30 Händen und 7 Füssen. Sie wurden als das Erste unseres wissenschaftlichen Materiales publicirt, in plastischer Reproduction; meist in Metall ausgeführt, für kleinere Museen auch in Gyps. Die J. A. Barth'sche Buchhandlung



Digitized by Google

hat sie in Commission übernommen, und es erfolgten, vor 20 Jahren schon, sehr rasch complete Metall-Aufstellungen in London, in Indien zu Calcutta und Madrás, in St. Petersburg, dann in Paris. Eine Auswahl, in solcher Metallform, für die k. ethnographische Sammlung in München hatte ich in meinem December-Berichte[2]) von 1877 zu melden.

Im Abschnitte B der genannten Abhandlung (S. 364—380) gab ich, ebenfalls systematisch gehaltene Uebersicht der sehr zahlreichen Objecte der Cultur und der Technik. Es wurden die Abtheilungen II — XX unterschieden; sie folgen sich in absteigender Reihe, von Kunst zu Gewerbe und Ackerbau übergehend.

Die Gruppen, die innerhalb der Abtheilungen angeführt sind, sind dabei meist als nicht sich coordinirte zu betrachten. Die Bezifferung der Gruppen bezieht sich vor allem auf die Vertheilung in der Aufstellung, welche dem Raume anzupassen war; diess veranlasste mich, dass Gegenstände von bedeutender Grösse den Gruppen entsprechend selbstständig beziffert wurden, während bei mittlerer Grösse zahlreich und möglichst vollständig das gegen-

---

2) Ich konnte dort Erwähnung beifügen der einige Jahre nach unseren indischen Reisen angefertigten Afrikanischen Raçentypen aus Marrokko, wobei 5 als ganze Büsten gegeben sind, und 21 als Vorderköpfe; ebenfalls in Commission bei J. A. Barth. — Das Abnehmen der Hohlformen war ausgeführt worden von meinem Bruder Eduard, als er am spanisch-marrokkanischen Kriege von 1859 und 1860 theilnahm. (Einige Jahre später ist er zu Kissingen gefallen, 10. Juli 1866.) Bei der Bearbeitung in positiver Form, die ich 1875 vornahm, konnte ich hier mehrere Individuen als Büsten herstellen; für diese hatte mir nemlich von Eduard auch Abformung des Hinterkopfes und photographisches Figurenbildniss vorgelegen sowie ausführliche Kopf- und Körpermessungen, nach Tabellen, die ich ihm entworfen hatte.

In Amerika hat dann, 1869, mein Bruder Robert Vorderköpfe von 9 Indianern abgeformt, die gleichfalls plastisch publicirt wurden; Verlag von Ed. H. Mayer, Köln und Leipzig, 1870.

Digitized by Google

seitig sich Ergänzende in den einzelnen Gruppen zusammengefasst ist.

In der ersten, autographirt gehaltenen Anlage des Cataloges, welche noch jetzt in den Sammlungsräumen selbst um so bequemer benützt werden kann, wurden, der Aufstellung entsprechend, die Gruppen nach den arabischen Ziffern und mit seitlich gestellter Angabe der Abtheilung aneinander gereiht. (Solchen autographirten Catalog habe ich im k. Ethnographischen Museum als Handexemplar abgegeben, wobei ich meine neue „Uebersichtskarte Hochasiens[3]) noch einschalten konnte.)

Die Zahl der ethnographischen Gegenstände, deren Aufnahme jetzt genehmigt wurde, ist 49. In der hier folgenden Liste sind für die einzelnen Objecte, nebst Bezeichnung des Gegenstandes und Angabe der Fundstätte und der Verbreitung, solche Daten noch enthalten, welche für die Form oder für die Bestimmung derselben zur Erläuterung dienen.

Es ward mir möglich nach unseren Reisemanuscripten, auch dem Wunsche des Herrn Conservators Prof. Wagner entsprechend, hier ausführlicher zu berichten, als solches im allgemein gehaltenen Cataloge des Museums durchzuführen ist; auf diesen mich beziehend konnte ich jetzt, anderentheils, die sich ergebende definitive Bezifferung in der k. Sammlung, Nr. 4909 bis 4957, noch beifügen.

In der T r a n s s c r i p t i o n ist hier speciell bei jenen Gegenständen, welche mit „Bezeichnung nach Angabe der Eingebornen" schon für die erste Aufstellung während unseres Bearbeitens des Sammlungsmateriales zu versehen waren, nemlich mit U n t e r s c h r i f t e n unter Bildnissen in Rahmen, unter Cultusobjecten u. s. w., die feinere Unter-

3) Aus „Erläuternde Angaben über Reisen, Band IV", in math.-phys. Cl., 1880. 1; S. 1—32.

Digitized by Google

scheidung in der Wiedergabe der Modificationen der Laute noch beibehalten; die Details darüber gab ich im „Glossary", „Results" Vol. III 2^d part.[4])

In der späteren, für die Publicationen bestimmten Form unserer Schreibweise, welche sich der für jene Gebiete vorherrschend englisch erschienenen Literatur möglichst anzuschliessen hatte, ist dabei als abweichend vom Deutschen zu erwähnen: ch = tsch; j = dsch; z = weiches s; u. ähnl.

Auf jedem mehrsilbigen Worte ist von mir die Silbe, auf welche der Hauptton fällt, durch einen Accent bezeichnet.

Verzeichniss nach Abtheilungen und Gruppen.

II. Gemälde.

Abth.	Grpp.		Cat.-Nr.
		A. und B. Fürstenbilder, „sháhi-tasvír."	
II.	19.	A. Lebensgrosse Portraits von Rájas; als indische Oelbilder ausgeführt, mit starkem Auftragen von Deckfarben und mit Auflegen von Gold in Blättchen. Mit Schrift und Rahmen; 2 Abbildungen: Maharája Sher Singh, Ranjít Singhs Sohn u. 1840—1843 Nachfolger als Herrscher des Sikh-Reiches	4909
		und	

---

4) Als Buchstaben, die sonst wegen der Wahl der Zeichen unverständlich wären, sind hier dž für dsch, tš für tsch besonders zu nennen.

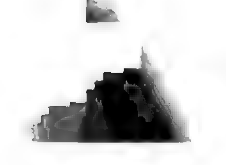
Digitized by Google

Abth.	Grpp.		Cat.-Nr.
		Maharája Guláb Singh, König von Kashmir von 1846—1857	4910
		Beide aus Lahór im Panjáb.	
II.	22.	B. Miniatur-Bilder auf Elfenbein, mit Schrift und Rahmen.	
		2 Bilder aus der Déhli-Schule . .	4911 u. 12
		1 Bild aus der Lahór-Schule	4913

Zur Gruppe 19 hatte ich 1856 in Lahór nur 1 Bild noch erhalten können, Porträt Ranjít Singhs, der Anfangs dieses Jahrhunderts das grosse Sikh-Reich gegründet hatte; während des Sikh-Krieges von 1845 bis 1849 waren hier ungeachtet des vorsichtigen Auftretens der europäischen Führer, in den grossen Städten durch die Eingebornen des Heeres überall vielfache Zerstörungen vorgekommen.

In der Gruppe 22 wurde die ganze Reihe auf jene Gebiete ausgedehnt, die mit der älteren Cultur Indiens sich verbunden zeigen. Von Bengalen gegen Westen und Nordwesten bis zum Gebiete von Kábul reichend, ist hier die Zahl solcher Bilder auf 31 gestiegen. Auch in den Miniaturen ist mit dem Kopfe ein grosser Theil des Oberkörpers sowie Arm und Hand der einen Seite wenigstens gegeben.

Auffallend ist es an diesen indischen Bildern, dass Gesicht und Gestaltung des Kopfes recht gut angelegt, oft fein auch ausgeführt sind, dass es aber dessenungeachtet bei den anderen Körpertheilen an Sinn für entsprechende Richtigkeit der gebotenen Formen noch bedeutend fehlt. Gerade die allseitige Vereinigung des Schönen mit dem Wahren ist es, durch welche die classische Kunst des Alterthums in der Plastik so günstig sich auszeichnet; das



Digitized by Google

Gleiche gilt in Europa auch für die späteren Perioden hoher Kunstentwicklung in der Gemäldedarstellung historischen Characters, während in der Auffassung des landschaftlichen Bildes, für welche östlich von Europa nirgend befriedigender Sinn sich zeigt, selbst in Europa erst in verhältnissmässig neuer Zeit die Richtigkeit der Formen, die im Bilde als Ganzes sich verbinden, genügende Berücksichtigung gefunden hat.

Abth.	Grpp.		Cat.-Nr.
II.	23.	Glimmerschiefer-Bilder indischen Kastenwesens, mit Schrift und Rahmen. 3 Figuren, nemlich: ein „Chílamchi bĕrdár" oder Wasserbecken-Träger; ein „Bhísti" oder Wasserträger; ein „Máli" oder Gärtner	4914-16
		Die vorliegenden aus Hindostán.	
II.	24.	Bilder des Hindú-Cultus, aus Kashmír; grell bemalt. Auf Papier, das unmittelbar aus Pflanzenfasern hergestellt wird. Von den Eingebornen werden sie als einzelne Blätter conservirt, oder auch in der Form kleiner Bücher geheftet. (Jetzt zum Schutze unter Glas.) 6 Exemplare	4917-22

Die Gruppe 23 und 24 sind Gegenstände der Herstellung, sowie des Handels mit Bildern, unter den Hindú-Eingebornen über ganz Indien; auch jene aus Kashmír waren dort vorzugsweise für die Hindú-Kasten in Indien angefertigt worden.

IV. Modelle und Abformungen.

Abth. Grpp. Cat.-Nr.

IV. 103. Architectur-Ornamente, durch Reiben auf Papier mit Schwarzwachs mechanisch copirt.

Durchbrochene Marmorarbeiten aus Mussălmán-Architectur in monumentaler Construction. 3 Exemplare:

a) Gegenstand in älterer Form, die noch indischen Einfluss zeigt 4923
Aus Allahabád.

b) und c) Neuere, höher entwickelte Formen im selbstständigen Style 4924 u. 25
Aus Ágra, Zeit des 17. Jahrhunderts.

VI. und VII.[5]) Tibetische Objecte des Búddha-Cultus, mit Einschluss der musikalischen Instrumente.

VI. 28. Klosterstempel.
In Holz geschnitten, mit grosser Inschrift auf den beiden Seiten der Platte.

Dieser Stempel galt als besonderes Kleinod, da er aus „alter Zeit" schon stammte und doch sehr gut sich noch gebrauchen liess 4926
Aus Central-Tíbet; vom Láma zu Saimonbóng in Síkkim erhalten.

Die Buchstaben sind hier solche der normalen tibetischen Druckschrift, die nur aus Capitälchen

---

5) Untersuchung und Erläuterung der Gegenstände dieser beiden Abtheilungen ist von meinem Bruder Emil in seinem „Buddhism in Tibet" gegeben; für Padmapáni p. 88, für die mystische Anrufung p. 120, u. a.

Digitized by Google

besteht; diese heissen „Vuchán", im Gegensatze zu den in Handschrift auch gebrauchten kleinen Buchstaben, welche tibetisch „Vuméd" benannt werden.

Abth.	Grpp.		Cat.-Nr.
VI.	30.	Gegenstände eines Eremiten-Láma.	
		a) Stufenhut, beklebt mit Papier aus Pflanzenfasern; dieser Hut dient bei den Functionen des Priesters auch als Altärchen und auf die Flächen der Treppe wurden heilige Gegenstände gestellt sowie Opfer niedergelegt . .	4927
		b) Rosenkranz, tibetisch „Théngpa" genannt.	
		Von einer auch bei den Lámas seltenen Form, aus einer Reihe von Wirbelknochen einer Schlange bestehend .	4928
		a) und b) erhielt ich bei Narigún in Bhután.	

Nur im östlichen Himálaya, in Bhután nemlich und in Síkkim, hat sich der Buddhismus noch jetzt auf der indischen Seite dieser Gebirgskette so vollständig erhalten, dass er bis zur Tarái am Rande des Tieflandes herabreicht.

Abth.	Grpp.		Cat.-Nr.
VI.	30.	Einfache Holzinstrumente.	
		c) Eine Clarinette	4929
		d) Eine Doppelpfeife	4930
		c) und d) aus Tíbet; sie wurden von wandernden Lámas bei sich geführt.	
VI.	38.	Buddhistische Gebettafeln in grosser Form; gedruckt, auf Pappe. Sie entsprechen der Gestalt der heiligen Steine an den Gebetmauern.	

Digitized by Google

Abth. Grpp. Cat.-Nr.

a) Das sechssilbige mystische Gebet der Anrufung Padmapánis im tibetischen Buddhismus: „Om máni pádme hum“ = „O, das Juwel im Lótus; Amen“ 4931

Die Buchstaben für máni pádme hum bilden hier, als Anagramm gehalten, ein gemeinschaftliches Ganzes, das in dieser Form Nam chu vangdán genannt wird; für die Silbe om sind ober dem Anagramm ein Halbmond angebracht und, als Symbol der Sonne, eine volle Scheibe, aus welcher eine Flamme spitz ansteigt.

b) Darstellung des auf einer Lotusblume sitzenden Gottes Padmapáni (oder, tibetisch, Chenrési), der als Förderer des Búddha-Cultus in der Gegenwart, dessgleichen als besonderer Schützer für Tíbet, von allen Buddhisten am häufigsten angerufen wird 4932

a) und b), nebst anderen entsprechenden Darstellungen, sind aus tibetischen Klöstern wo sie gegen Opfer abgegeben werden.

Die Lotusblume ist dabei als Symbol „schönster Form“, als „Gestalt in Vollkommenheit“ gewählt. Wie die Untersuchung der buddhistischen Literatur jetzt ergeben hat, ist der Lotus in dieser die *Nymphaea Nelumbo L.* oder die Seerose. Früher war auch ein anderes Genus, das *Nelumbium* Linnés, und zwar *N. speciosum L.*, als dieser Lotus angenommen.[6])

6) *Lotus L.* als Genus in der systematischen Botanik ist gegenwärtig der Schotenklee in der Familie der Papilionaceen.

Digitized by Google

Ganz verschieden von der Blume des Búddha-Cultus ist der *Zizyphus*-Lotus, ein Judendorn aus der Familie der Rhamneen, welcher als Nahrungsmittel der Lotophagen des classischen Alterthumes angeführt wird. Er gilt als Baum mit essbaren Früchten, den Odysseus kennen lernte, an der Nordküste Afrikas längs der Strecke zwischen den gegenwärtigen Städten Tripolis und Tunis vorkommend. Botanisch ist er unserem in Südtirol cultivirten und dort auch verwilderten *Zizyphus vulgaris Lam.* nahestehend.

Abth.	Grpp.		Cat.-Nr.
VI.	39.	Gebettafeln in kleinerer Form, die von Lámas vertheilt werden.	
		a) Eine Votiv-Tafel, welche im Texte des Gebetes eine leere Stelle frei hat, wo vom Priester der Name des Opfernden eingeschrieben wird.	4933
		b) Abdruck des Om máni etc.-Gebetes von einer geschnittenen Holzplatte. In der normalen tibetischen Druckschrift; ausgeschrieben	4934
		Beide von wandernden Lámas im westlichen Tíbet.	
VII.	71.	Tibetische Doppelpauke; mit Gebetinschriften auf den 2 Pergamentflächen, wobei die Schriftzeichen in symetrisch getrennte Theile der Kreisflächen vertheilt sind. Statt der Anwendung von Schlegeln sind Holzknoten an Schnüren hier angebracht, die bei entsprechendem Drehen und	

Digitized by Google

Abth.	Grpp.		Cat.-Nr.
		Schwingen des Instrumentes gegen die Pergamente anschlagen	4935
		Aus West-Tíbet.	

VIII. Waffen.

VIII.	99.	Ein Schild; in der normalen indischen Form des „Dhāl." Aus starker Ledermasse, von runder Gestalt, mit Ornamenten	4936
		Aus Central-Indien.	
VIII.	100.	Rüstungsgegenstände der Sikhs.	
		a) Kettenhemd mit Aermeln; aus gebogenen Eisenplättchen, die unter sich in sehr beweglicher Weise verbunden sind	4937
		b) Panzer aus Rundplatten, welcher verhältnissmässig kleine Metallbedeckung des Oberkörpers bietet. Er besteht aus 4 gegen die Mitte etwas gewölbten Eisenplatten mit runder Basis, für welche gewöhnlich der Durchmesser nur wenig über Handlänge hat. Sie sind mit Lederstreifen unter sich verbunden und wurden am Oberkörper in halber Höhe umgeschnallt . . .	4938
		a) und b) aus Lahór im Panjáb.	

Von den Eingebornen werden die Rundplatten-Panzer „Schicksals-Panzer" benannt, weil sie weniger Schutz bieten als die entsprechenden Panzer aus grossen rechtwinkligen Metallplatten.[7]) Dessen-

7) Letztere, die ebenfalls in unserer Sammlung noch vertreten sind, Gruppe 94 c und Gruppe 95, waren meist ornamental ausgeführt und

Digitized by Google

ungeachtet waren sie, weil leichter herzustellen, zur Zeit der Herrschaft der Sikhs sehr verbreitet.

Sehr verschieden von den europäischen Panzern, die aus 1 Brusttheil und aus 1 Rückentheil bestehen, sind auch die Panzer der Sikhs aus grossen Metallplatten; man macht sie ebenfalls aus 4 Platten bestehend, um die Beweglichkeit nur wenig zu beschränken. Bei jener grossen Form sind die Platten auf Brust und Rücken von gleicher Grösse und haben, möglichst breit dabei, eine längliche Fläche; die beiden seitlichen unterhalb der Achselhöhlen sind schmal, reichen ebenso weit nach abwärts, sind aber nach oben kreisförmig ausgeschnitten und sind so gekürzt.

Abth. Grpp. Cat.-Nr.

VIII. 107. Schildkröten-Schild.

Knochen wie dieser werden von den Bewohnern der südlichen Küstengebiete Indiens bisweilen auch jetzt noch in solch einfacher Weise als Schilde geführt und werden mehr oder weniger farbig bestrichen; doch kommen jetzt auch solche vor, bei welchen die Bemalung schon deutlich den Formen von Sculptur-Ornamentik sich nähert 4939

Aus dem Maláyen-Gebiete Südindiens.

VIII. 110. Schwert der Górkhas; stark sichelförmig gekrümmt, der innere Rand ist die Schneide.

Aehnliche Gestaltung ist characteristisch für die viel kleineren Dolche

vergoldet; mit diesen sind auch sehr schöne Schienen für die Vorderarme und die Hände verbunden.

Abth.	Grpp.		Cat.-Nr
		der Górkhas, sowie für die Opfermesser ihrer Priester	4940
		Aus Nepál.	
VIII.	120.	Schwert sehr alter indischer Form. Mit Dolchspitze am unteren Ende des Griffes. Der Griff ist spiralförmig mit einem langen Streifen umwunden, welcher von der äusseren Fläche einer Rohrpflanze abgetrennt ist. Jetzt Waffe bei den Resten der Aboriginer-Stämme	4941
		Aus Central-Indien.	
VIII.	124.	Altindische ornamentirte Metallspitze eines Speeres . .	4942
		Aus Hindostán.	

XI. Kleidungs-Stücke.

XI.	35.	a) und b) Ein Paar tibetische Stiefel; vorherrschend aus weichen Stoffen bestehend und nur in trockenem Klima zu tragen	4943 u. 44
		Aus Ladák.	

Etwas verschiedene Formen von Stiefeln, auch 2 Paar tibetischer Schuhe, sind noch in Nürnberg aufgestellt.

XVII. Kleinere Haus- und Hand-Geräthe.

XVII.	82.	Cultus-Geräthe zum Hausgebrauche a) Altindischer Oelbrenner der Bráhman-Kaste	4945
		Aus dem Ganges-Gebiete in Bengalen.	

Digitized by Google

Abth. Grpp. Cat.-Nr.

b) Oelbrenner, einfachster Form, der Súdra-Kaste. Noch nicht gebraucht 4946

Aus dem nordwestlichen Indien.

c) „Bail“ (unser „Bulle“) oder Stier, das heilige Thier der Cultur; roh gearbeitet 4947

Aus Südindien.

XVII. 137. Kleinere Hausgeräthe.

a) Opium-Pfeife. 4948

Aus Hindostáu.

b) Jūt-Strick; aus Fasern von Corchorus-Arten 4949

Von Nágas im Sādiya-Bazár in Ober-Assám erhalten.

XX. Agriculturgeräthe; Instrumente und Maasse.

XX. 138. Die indischen Pflüge.

a) Die leichte Form des „hāl“ oder Pfluges; für Indien im allgemeinen die häufigste 4950

Aus Central-Indien.

Die Deichsel ist gekrümmt, und es wird Scharre mit Deichsel beim Marsche vom Arbeiter getragen, wobei die Deichsel in der Krümmung auf seinem Kopfe liegt; es ist neben der Scharre keine Vorrichtung angebracht, den Pflug umlegen und fortschleifen zu können.

Beim Pflügen ist er mit Zebu-Ochsen, *Bos indicus L.*, bespannt.

b) Die schwere Form des Pfluges, mit breiter massiger Scharre aus Holz und

Abth. Grpp. Cat.-Nr.

mit einer kleinen Eisenplatte auf der Spitze des Holzes. Im Osten, auch in Hinterindien ist diess der gewöhnliche Pflug 4951

Aus Assám.

Auch dieser Pflug wird während des Transportirens vom Arbeiter getragen; wegen seiner Schwere wird er auf die Schulter gelegt.

Bespannung für diesen Pflug ist fast immer der indische Büffel, *Bos Arni Shaw*, der in Assám selbst wild noch vorkömmt.

XX. 139. Modell der indischen Getreide-Mühle, die durch Zebu-Ochsen zu bewegen ist 4952

Aus Audh.

XX. 140. Der tibetische Dreschflegel, breit und flach. — (In Indien wird nicht gedroschen, sondern vom Vieh „ausgetreten").

Wegen der Seltenheit grossstämmigen Holzes in jenem trockenen Hochlande sind für den Dreschflegel allgemein, wie hier, kleinere Stöcke brettartig neben einander gebunden um die Keule zu ersetzen 4953

Aus Gnári Khórsum.

Der Pflug aus den tibetischen Gebieten, der ebenfalls in unserer Sammlung vertreten ist, hat eine noch mehr ungewöhnliche Gestaltung; solche ist für den Pflug bedingt durch die schwache Humusschicht, welche dünn selbst auf dem Gerölle der Thalstufen lagert. Statt einer nach vorne spitzen

Digitized by Google

Pflugscharre ist hier, rechtwinklig auf die Deichsel gestellt und bei der Bespannung des Pfluges meist in einem Winkel von 30 Grad in die Oberfläche des Bodens eingreifend, der Quere nach eine Scharre angebracht. Man kann durch die Winkelstellung die man ihr gibt, bedingen, dass sie etwas mehr oder etwas weniger eingreift, bis zu einer Tiefe, wobei sie nur, soweit es bei der Dicke der Erdschicht günstig ist, die obere Lage des Bodens aufhebt und umwühlt.

Seit ich Gelegenheit hatte, im Januar 1863, in unserem Gartenbau-Vereine diesen Apparat in Verbindung mit den anderen Culturgeräthen des Ostens zu besprechen, hat durch Herrn Director K. von Effner diese Construction auch bei uns practische Anwendung gefunden, nemlich um Gräser und kleine Kräuter, wo es nöthig ist, am leichtesten von Wegen und anderen Flächen zu entfernen, die nur zur Kiesbedeckung bestimmt sind.

(Die Reihe der Pflüge, gesammelt während unserer Reisen, die wohl für jene Gebiete ziemlich complet sein dürfte, besteht aus 7 Formen, die, als verschieden unter sich, gut zu erkennen sind.[8])

Abth.	Grpp.		Cat.-Nr.
XX.	141.	Die indische Egge oder der „héngā.“ Gleich einem vergrösserten Rechen, mit 1 Reihe von Zähnen	4954
		Aus Bengalen.	

8) Für den Pflug in seiner Entstehung und in seiner Entwicklung bei den Europäern kann genannt werden: „Geschichte des Pfluges, von Rau“, Heidelberg 1845; für die Technik der Neuzeit, u. a.: „Landwirth. Maschinenlehre, von Reitlechner“, Wien 1869.

Digitized by Google

In dieser einfachen Form sehr verbreitet, auch in Tibet und in Hinterindien. Es wird jedoch auch ein Ackergeräthe Namens die „mái" oder „máhi" als „Abflacher" statt der Egge angewandt. Das Wort bedeutet zunächst „die Leiter", und das Geräthe entspricht dem Stücke einer Leiter oder auch eines Brettes mit voller Fläche, das, viel steiler eingreifend als der tibetische Pflug, über den vorher gepflügten Boden zum Einebenen fortgezogen wird.

Abth. Grpp. Cat.-Nr.

XX. 142. Joche für das Zugvieh.

a) Joch für 1 Paar Zebu-Ochsen von mittelgrosser Raçe.

Das Joch drückt gegen den Fleischhöcker und gegen den ersten Rückenwirbel unter dem Höcker. — Dieses Joch hat Querholz oben und unten, und es sind von den 4 verticalen Verbindungshölzern die beiden äusseren beweglich; man kann so beim Bespannen mit Zugvieh die beiden Räume öffnen und schliessen 4955

Aus Bengalen.

b) Joch für die Arni-Büffel, sowie für grosse Zebu-Raçen.

Auch dieses liegt auf dem Halse, gegen den Rücken drückend, und ist schwerer. — Die Verticalhölzer sind hier alle beweglich und haben kein unteres Querholz; jedes Paar wird durch Stricke unten geschlossen . . 4956

Aus Assám.

Digitized by Google

Ein Holzjoch, ohne unteres Querholz, verschieden in Stärke je nach der Grösse der Thiere, haben auch, als Gestelle, die oft reich verzierten Geschirre der indischen Zebus, wenn die Thiere an Paradewagen der Bráhmans oder bei Reisen an die Wagen hoch gesteliter Hindús gespannt werden.

Das Joch für die Raçen des europäischen Rindes und für den Büffel im südlichen Europa wird aber derartig befestigt, dass es an der Stirne des Zugthieres aufliegt. Wenn 1 Paar zusammengespannt ist, war das Joch auch in Europa bis vor kurzer Zeit ein gemeinschaftliches. Die verhältnissmässig neue Form, das an jedem der Thiere einzeln angebrachte Stirnholz in Verbindung mit Strängen, sahen wir in Indien nirgend angewendet.

Abth. Grpp. Cat.-Nr.

XX. 155. G r o s s e s B a m b u s - R o h r. Der äussere Umfang dieses Stückes, in seiner halben Länge, ist 9·1 engl. Zoll = 0·23 M.; die Länge ist 4 F. 2·7 Zoll = 1·29 M.

Zahlreiche, systematisch verschiedene Formen der Bambus-Gruppe erreichen, noch im Klima subtropischen Standortes, bei genügender Feuchtigkeit diese bedeutende Grösse 4957

Aus Mámlu, im Khássia-Gebirge; gefällt am Südrande der Erhebung, bei Tangvái.

Die Bambus-Gewächse sind überall innerhalb der warmen östlichen Gebiete Asiens, sowohl bei Benützung in solch mächtiger Grösse als auch da, wo nur Pflanzen von geringer Grösse oder die oberen kleinen Theile der grossen Vegetationsformen anzuwenden sind, von ganz besonderem Werthe

Digitized by Google

für die Constructionen sowie für die Geräthe-Herstellung der Völker.

Rohre wie dieses werden unter anderem, selbst im feuchten Khássia-Gebirge, wo die Tiefe der Erosionsformen für viele der bewohnten Orte Wassertragen noch nöthig macht, in sehr einfacher Weise als Wassergefässe leicht verwendet. Es werden in solchen Stücken die Zwischenboden herausgelöst, und den sich ergebenden hohlen Cylindern wird eine Länge von nahezu Manneshöhe gelassen. Im Gebrauche werden 2 nebeneinander gebunden und in der Art auf dem Rücken des Trägers angebracht, dass ein breites Tragband ober der Stirne auf dem Kopfe aufliegt, wobei ein Viertel etwa der ganzen Röhrenlänge noch den Kopf überragt.

Digitized by Google

II.

Die Auswahl von Aquarellen
für das k. Handzeichnungs-Cabinet
im Jahre 1880.

Im Anschlusse habe ich auch der Auswahl einiger unserer landschaftlichen Ansichten zu erwähnen, welche in sehr anerkennender Weise als die erste Reihe aus denselben in die k. Sammlung der Handzeichnungen aufgenommen wurden. Diese Bestimmung über dieselben ist für mich um so wichtiger, da zugleich auf meinen Wunsch die weitere Benützung für die Publicationen mir gestattet blieb; es traf sich, dass nur 2 derselben[9]) bis jetzt schon erschienen sind.

Allgemeine Uebersicht der ganzen Reihe habe ich, als „Inhalt des Landschaften-Cataloges" im Sitzungs-Berichte d. d. 8. Nov. 1879, S. 18 bis 20 gegeben; für die Zahl der Ansichten sowie für die Ausdehnung der Gebiete, welche in denselben vertreten sind, war es günstig, dass mein verstorbener Bruder Adolph, der Mitarbeiter an denselben, und ich selbst fast immer getrennten, oft weit unter sich entfernten Reisewegen folgen konnten.

Ueber die Art der Aufnahme bei Gegenständen von bedeutender Grösse ihres Horizontalwinkels ist speciell zu erwähnen, dass diese als Panoramen, „mit gleichem linearen Werthe der Winkeltheile längs des ganzen Horizontes" angelegt sind.

---

9) Die Ansicht des Sees bei Srinager in Kashmír, im Atlas zu den „Results"; als Holzschnitt, Garten und Teich bei Bombay.

Digitized by Google

Landschaften mit Bezeichnung als „Rundsicht“ sind für die Ebenen und die kleineren Gebirge Indiens jene der Gruppe I des Cataloges, für Hochasien jene der Gruppe XII; im Hochgebirge hatten sich auch manche Ansichten in den Gebieten der Gletscher, der Salzseen, sowie an hohen Kämmen geboten, deren Formen zur Wiedergabe des Characters diese Anlage bedingten. Auf den erläuternden Pauseblättern, welche allen grossen Ansichten beigegeben sind, ist Zahlenwerth des Winkels in Längenmaass dann stets beigefügt.[10])

Bei einer ersten cursorischen Auswahl „von etwa 30 Ansichten nach Verschiedenheit der Gebiete und der Art der Gegenstände“ waren in Gemeinschaft mit Herrn Conservator Anton Zwengauer theils Tonskizzen theils Aquarelle aus zehn der von mir unterschiedenen Gruppen vorgelegt werden.[11])

Für 12 dieser Ansichten und zwar für solche, die als Aquarelle gehalten sind, wurde von Herrn Director Ferdinand Rothbart das Einreihen in das k. Cabinet bestimmt; das Verzeichniss derselben, wie es auch hier jetzt beigefügt ist, enthält nebst den geographischen Coordinaten in Kürze noch Citat, wo in den „Reisen“ specielle Besprechung des Gegenstandes oder andere Daten über den Typus des Gebietes sich finden.

Mit „A.“ sind die Landschaften und Architecturen meines Bruders Adolph signirt, mit „H.“ die meinen. Bei den Angaben der Positionen sind die Längen auf Greenwich bezogen; Greenwich westlich von Paris = 2° 20′ 57″. Die

10) Besprochen in „Reisen“ Band II S. 256—258.

11) Für diese zeigt sich „Gruppe“ und „Gen.-Nummer“, wie sie im k. Directorium, nebst meinem Cataloge mit Benennung des Gegenstandes, gleichfalls jetzt abgegeben sind, in den folgenden Reihen: I 9, 19; VI 119, 120, 123; VIII 161; IX 202; X 254; XI 296, 313, 334, 335, 336, 350; XII 357; XIII 381, 398; XIV 413, 414, 422, 428, 430, 462, 463; XV 482; XVII 556, 565; XVIII 582; XIX 604; XX 675.

Digitized by Google

Höhen, über Meeresniveau als Basis, sind engl. Fuss; 1000 engl. Fuss = 304·79 Meter. (=) bedeutet „wenig über Meereshöhe.“

I. Aufnahmen in Rundsicht aus Indien.

9. Fuss des Khássia- und des Jáintia-Gebirges; vom Súrma-Flusse aus.

Südwestlich von Silhét* in Ost-Bengalen . . . . Gen.-Nr. 9; H. 1855, Sept. 20.

* N. Br. 24° 53′. Oestl. L. v. Gr. 91° 47′. Höhe (=).

Bespr. in „Reisen“ Band I, S. 250 bis 259.

19. Hochstufe von Alluvialboden, zwischen dem Indus- und dem Jhílum-Flusse; bei Déra Ismáel Khan*, im Pănjáb . . . . Gen.-Nr. 19; A. 1857, Febr. 28.

* N. Br. 31° 39′· 6. Oestl. L. v. Gr. 70° 56′· 5. Höhe 478 F.

Temperatur in „Reisen“ Band IV, S. 468 und 469.

II. Oestliche Ghăts und Karnátik.

9. Die östlichen Ghăts von Káre aus, 6 engl. Meilen von Utatúr*; in Südindien . . . . Gen.-Nr. 119; A. 1856, März 4.

10. Umgebungen von Utatúr* und Pádalur, nahe dem Káveri-Flusse; in Südindien . . . . Gen.-Nr. 120; A. 1856, März 4.

Digitized by Google

*„Utatúr", (für 119 und 120): N. Br. 11° 0'. Oest. L. v. Gr. 78° 50'. Höhe, mittlere, 250 F.

Bespr. in „Reisen" Band I, S. 179 und ff.

IX. Bäume und Vegetationsformen.

2. Garten und Teich auf der Insel Bombay*, bei Beach Candy . . . Gen.-Nr. 202; H. 1854, Ende Nov.

*Lage des „Bombay-Observatoriums:"

N. Br. 18° 53'' 5. Oestl. L. v. Gr. 72° 49'' 1. Höhe (=).

Besprochen und als Holzschnitt gegeben, („Ausland", 26. Aug. 1865) in Klimatologische Bilder aus Indien und Hochasien. Allgemeine Daten in „Reisen" Band I, Cap. V.

XI. Wohngebäude der Eingebornen, Brücken, Dörfer etc.

36. Khássia-Steinsäulen, bei Chérra Púnji*; im Khássia-Gebirge . . . Gen.-Nr. 313; H. 1855, Oct. 11.

*N. Br. 25° 14'' 2. Oest. L. v. Gr. 91° 40'' 5. Höhe 4125 F.

Bespr. in „Reisen" Band I, S. 513 und 514.

73. Haus des „Gópa" oder Vorstandes zu Pangmíg* (auch Pangkóng genannt); in Núbra, im westlichen Tíbet . . . . Gen.-Nr. 350; H. 1856, Juli 29.

*Lage der heissen Quellen daselbst:

N. Br. 34° 47′. Oestl. L. v. Gr. 77° 36′. Höhe 10,538 F.

Bespr. in „Reisen“ Band IV, S. 14 und 15.

XII. Panoramen aus Hochasien[12]): aus dem Himálaya, indische Seite, aus Tíbet und aus Turkistán.

4. Die Schneeketten von Bhután und Síkkim; aufgenommen vom Tónglo-Gipfel* im östlichen Himálaya — Gen.-Nr. 327; H. 1855, Juni.

N. Br. 27° 1′· 8. Oestl. L. v. Gr. 88° 3′· 9. Höhe 10,080 F.

Der Kănchinjínga-Gipfel, nahe der Mitte des Bildes, hat:

N. Br. 27° 42′· 1. Oest. L. v. Gr. 88° 8′· 0. Höhe 28,156 F.

(Der Gaurisánkar, westl. links davon, und hier noch nicht gesehen, hat:

N. Br. 27° 59′· 3. Oestl. L. v. Gr. 86° 54′· 7. Höhe 29,002 F.)

Der Tónglo ist besprochen in „Reisen“ Band II, S. 212 bis 219.

XIII. Oestlicher Himálaya.

20. Höhle durch Klüftung, in Felsen des Singhalíla-Kammes; in Síkkim — Gen.-Nr. 398. H. 1855, Mai 30.

Lage des Falút, des nächsten Gipfels:

N. Br. 27° 13′· 7. Oestl. L. v. Gr. 87° 59′· 8. Höhe 12,042 F.

---

12) Erläuterung der 3 Hauptketten, „Himálaya, Karakorúm, Künlún“, in Sitz.-Ber. der math.-phys. Cl., 1880, 1; mit Kartenskizze S. 9.

Digitized by Google

XIV. Westlicher Himálaya.

Spaltenformen in Glimmerschiefer, auf der linken Seite des Páju-Thales; bei Mílum in Kămáon . . . . Gen.-Nr. 428; A. 1855, Juni 12.

*N. Br. 30° 34′ 6. Oestl. L. v. Gr. 73° 22′ 7. Höhe 11,265 F.

Mílum's Umgebungen bespr. in „Reisen" Band II, S. 334 u. ff.

50. Der südliche Theil des Sees der Hauptstadt Srinăger,* in Kashmír Gen.-Nr. 462; H. 1856, Oct. 28.

*N. Br. 34° 4′ 6. Oestl. L. v. Gr. 74° 48′ 5. Höhe 5146 F.

Dieser und die Ansicht des nördlichen Theiles, Gen.-Nr. 463 von Adolph, sind in lithographischem Farbendrucke im Atlas zu Volume III der „Results" erschienen. Beide Theile sind als „Rundsicht" aufgenommen.

Bespr. in „Reisen" Band II, S. 410 bis 412.

XVIII. Salzseen und heisse Quellen.

3. Tsò Gam,* kleiner Salzsee oberhalb des grossen Tsomoríri-Sees; im westlichen Tíbet . . . . . . Gen.-Nr. 582; H. 1856, Juni.

*N. Br. 33° 10′. Oestl. L. v. Gr. 78° 34′. Höhe 14,580 F.

Bespr. in „Reisen" Band III, S. 518.

Berichtigung: In meiner Mittheilung d. d. 8. Nov. 1879, Seite 26 dieses Bandes, Zeile 8 von unten, ist zu lesen: linken statt: rechten.

Digitized by Google

Sitzung vom 5. Juni 1880.

Herr August Vogel sprach:

1) „Ueber die Verschiedenheit der Aschen einzelner Pflanzentheile."

Die Verschiedenheit der Aschen in den einzelnen Theilen der Bäume ist zuerst von Saussure nachgewiesen worden. Hiernach sind die unorganischen Bestandtheile nicht durch die ganze Pflanze gleichmässig vertheilt, sondern in ihren verschiedenen Organen sehr verschieden gruppirt. Die Asche der Wurzel, des Stammes unterscheidet sich wesentlich von der Asche der Blätter, Blüthen und Früchte. Diese Verschiedenheit bezieht sich besonders auf die Qualität der Asche. Die Asche der Eichenblätter enthält 47 proc., die Asche des Eichenstammes 38,6 proc. in Wasser löslicher Bestandtheile, die Blätterasche der Schwarzpappel (Populus nigra) 36 proc., die Stammasche 26 proc. in Wasser löslicher Bestandtheile. In den Blättern des Haselstrauches fanden sich 26 proc., in den Zweigen 24,5 proc. in Wasser löslicher Aschenbestandtheile. Bekanntlich enthalten nach Liebig die Cerealien in der Samenasche gar keine in Wasser löslichen Bestandtheile, während diese in der Strohasche sich nicht in unbedeutender Menge finden.

Im Anschlusse an die Saussure'schen Versuche habe ich die Asche von Pyrus malus untersucht und das Ver-

Digitized by Google

hältniss der in Wasser löslichen Aschenbestandtheile von Stamm, Blatt und Frucht zu 1 : 2 : 8 gefunden.[1]) Die phosphorsauren Salze nehmen vom Stamm bis zur Frucht um das Vierfache zu und zwar auf Kosten der kohlensauren Verbindungen, welche von 86 proc. in der Stammasche bis auf 45 proc. in der Fruchtasche sich vermindern. Auch die Menge des Eisens in der Asche vermindert sich vom Stamme bis zur Frucht.

Da es aus vereinzelten Versuchen selbstverständlich nicht möglich sein konnte, einen nur einigermassen allgemeineren Schluss zu ziehen, so habe ich im Verlaufe dieses Herbstes den Gegenstand wieder aufgenommen und die Versuche auf eine grössere Anzahl von Bäumen ausgedehnt. Wie bekannt variirt die Qualität der Asche sehr wesentlich nach der Jahreszeit; in der Eichenblätterasche befanden sich im Mai 47 proc., im September dagegen nur 17 proc. in Wasser löslicher Bestandtheile. Hiernach war es nothwendig, das Untersuchungsmaterial zu derselben Zeit, in der Periode der Fruchtreife, zu verwenden. Dasselbe wurde in der zweiten Hälfte des Monates October v. Js. von den verschiedenen Bäumen genommen, so dass die einzelnen Pflanzentheile, Stamm oder Ast, Blatt und Frucht zusammengehörig waren. Die Bäume standen alle auf gleichem Boden und unter gleicher Behandlung. Herr Professor Dr. Raab hat durch gütige Betheiligung an diesen Versuchen mich zu besonderem Danke verpflichtet.

Da es sich bei diesen Versuchen eigentlich weniger um die Asche selbst, als um deren vergleichende Betrachtung handelt, so wurden vorzugsweise solche Pflanzentheile gewählt, welche leicht und vollständig eingeäschert werden konnten. Denn die Analyse von Aschen, welche auch nach anhaltendem Glühen noch 4 bis 5 proc. Kohle ent-

---

1) Gelehrte Anzeigen. B. 19. S. 86.

Digitized by Google

halten, dürften bei diesen vergleichenden Versuchen zu grossen Irrthümern Veranlassung geben.

Die Einäscherung geschah über dem Gasbrenner im Platintiegel, die Bestimmung der löslichen Aschenbestandtheile durch Behandeln und Auswaschen mit kochendem Wasser, die Bestimmung der Phosphorsäure durch Titriren mit Uran.

Es folgt nun die Zusammenstellung der Versuchsresultate in tabellarischer Form.

Pflanzenspezies	Pflanzentheile	Gesammtasche in %	In Wasser lösliche Aschetheile %	Gesammtgehalt an Phosphorsäure; in % der Asche
Crataegus azarolus	Holz	4,22	0,30	20,00
(Azarolapfel)	Blätter	8,83	0,47	19,60
	Frucht	1,16	0,53	15,80
(Pyra ariaria)	Holz	3,25	0,53	24,00
Winterbirn	Blätter	4,60	1,18	26,70
	Frucht	0,37	0,24	11,28
(Pyra pyraria)	Holz	4,20	0,38	18,00
Herbstbirn	Blätter	5,00	0,50	23,04
	Frucht	0,46	0,33	26,45
Pyrus malus	Holz	3,80	0,38	17,84
Grüner Winter-Rambour	Blätter	7,20	1,18	20,56
	Frucht	0,53	0,28	8,50
Malus spectabilis	Holz	3,63	0,60	22,50
	Blätter	5,79	2,03	28,67
	Frucht	1,31	0,90	20,48

Digitized by Google

Pflanzenspezies	Pflanzentheile	Gesammtasche in %	In Wasser lösliche Aschentheile %	Gesammtgehalt an Phosphorsäure; in % der Asche
Cydonia japonica	Holz	3,71	0,42	24,83
Japan-Quitte	Blätter	6,95	1,62	15,36
	Frucht	0,65	0,38	21,40
Prunus domestica	Holz	7,90	2,30	17,30
(Zwetschge)	Blätter	3,60	0,43	20,00
	Frucht	0,40	0,22	15,36
Prunus insititia	Holz	5,00	0,48	16,89
(Wilde Pflaume)	Blätter	9,69	2,176	15,96
	Frucht	1,00	0,44	13,90
Juglans fertilis	Holz	4,20	0,58	24,70
(Zwergnuss)	Blätter	7,00	0,18	27,61
	Frucht	2,10	0,50	43,73
Sambucus nigra	Holz	1,10	0,08	42,00
(Holländer)	Blätter	5,40	1,28	16,20
	Frucht	2,33	1,70	21,00

In folgender Tabelle ist angegeben, wie viel lösliche Salze 100 Theile der Gesammtasche an Wasser abgeben, und in welchem Verhältnisse diese löslichen Mengen in den verschiedenen Pflanzentheilen zu einander stehen.

Digitized by Google

Spezies	Pflanzentheile	% der löslichen Aschentheile	Verhältniss
Crataegus azarolus	Holz	0,71	
	Blätter	5,30	1 : 7,5 : 65
	Frucht	46,00	
Winterbirn	Holz	16,30	
	Blätter	25,70	1 : 1,57 : 4
	Frucht	65,00	
Herbstbirn	Holz	9,00	
	Blätter	9,00	1 : 1 : 8
	Frucht	72,00	
Grüner Winter-Rambour	Holz	10,00	
	Blätter	16,40	1 : 1,6 : 5,3
	Frucht	53,00	
Malus spectabilis	Holz	17,00	
	Blätter	35,00	1 : 2,06 : 4
	Frucht	68,00	
Cydonia japonica	Holz	11,20	
	Blätter	23,30	1 : 2 : 5
	Frucht	58,30	
Prunus domestica	Holz	12,00	
	Blätter	29,00	1 : 2,4 : 4,7
	Frucht	56,00	
Prunus insititia	Holz	9,60	
	Blätter	22,47	1 : 2,34 : 4,7
	Frucht	45,00	

Digitized by Google

Spezies	Pflanzen-theile	% der löslichen Aschen-theile	Verhältniss
Juglans fertilis	Holz	14,00	
	Blätter	25,70	1 : 1,8 : 1,7
	Frucht	23,40	
Sambucus nigra	Holz	6,00	
	Blätter	24,00	1 : 4 : 12
	Frucht	73,00	

Als allgemeines Gesetz dürfte sich ergeben, dass die Menge der in Wasser löslichen Aschenbestandtheile in der letzten Vegetationsperiode bei allen fleischigen und saftigen Früchten im Verhältniss zu den übrigen Pflanzentheilen am grössten ist; die geringste Menge findet sich im Holze, etwas mehr in den Blättern.

Die Phosphate sind in Stamm und Blättern quantitativ wechselnd, doch der Unterschied nicht bedeutend. Eine ganz auffallende Ausnahme macht das sehr markreiche Hollunderholz (Phosphorsäuregehalt der Holzasche 42 proc., Phosphorsäuregehalt der Blätterasche 16,2 proc.). Die fleischigen und saftigen Früchte, die verhältmässig wenig Samen enthalten, zeigen auch im Allgemeinen geringeren Phosphorsäuregehalt in der Asche, als Stamm und Blätter.

2) „Ueber Natur und Ursprung des Gletscherschlammes vom Dachsteine am Hallstädter See."

In einer vor längerer Zeit ausgeführten Arbeit über die Zusammensetzung des Gletscherschlammes vom Dachsteine am Hallstädter See waren meine Versuche vorzugsweise der Zusammensetzung der organischen Bestandtheile jenes Materiales zugewendet.[2] Ich habe damals schon auf Grund der Versuche meine Ansicht dahin ausgesprochen, dass die organische Substanz des untersuchten Gletscherschlammes nicht animalischen, sondern vielmehr vegetabilischen Ursprunges sein müsse. Der Stickstoffgehalt der organischen Substanz des Gletscherschlammes ist nämlich, wie ich gezeigt habe, so gering — derselbe beträgt nur 4,3 proc. —, dass eine auf animalischer Quelle beruhende Abstammung kaum gerechtfertigt erscheinen könnte. Ein geringer Theil der organischen Gebilde des Gletscherschlammes mag allerdings wohl durch die Zufuhr des Windes erklärt werden, da ja wie man weiss Spinnen und Insekten mitunter auf den Flächen der Gletscher vorkommen. Aber in keinem Falle ist die Annahme dieser Quelle hinreichend zur Erklärung der verhältnissmässig grossen Menge der im Gletscherschlamme enthaltenen organischen Substanz. Sie beträgt durchschnittlich 18,6 proc. Diess um so weniger, als auch die jüngst auf meine Veranlassung wiederholt angestellte mikroskopische Untersuchung des Gletscherschlammes bei bedeutender Vergrösserung nicht die mindeste Spur animalischer Ueberreste und Fragmente nachweisen konnte. Hiernach scheint es wahrscheinlicher, die vegetabilische Entstehung der orga-

2) Abhandlungen der k. Akademie d. W. II. Cl. VIII. Bd. III. Abth.

Digitized by Google

nischen Substanz des Gletscherschlammes anzunehmen. Dafür mag noch erwähnt werden, dass in der Asche des Gletscherschlammes keine Reaktionen auf Phosphorsäure wahrgenommen wurden. Die Annahme vegetabilischen Ursprunges der organischen Bestandtheile des Gletscherschlammes entspricht auch der Ansicht Hugi's[3]), welcher die Bildung des Gletscherschlammes auf dem Unteraargletscher der langsamen spontanen Zersetzung einer den Tremellen ähnlichen Masse zuschreibt, obgleich meines Wissens nach ihm bisher noch von keinem Beobachter diese räthselhaften Pflanzen gesehen und bestimmt worden sind. Hugi beschreibt nämlich die dieser Zersetzung zu Grunde liegenden Pflanzen als eine Materie, „welche im frischen Zustande schön hochgelb gefärbt, etwa 1,5 Centimeter dick, beim Berühren zerfliesst und schwarze Dammerde hinterlässt."

Bei Wiederaufnahme meiner früheren Versuche habe ich der Zusammensetzung der Mineralsubstanzen des Gletscherschlammes erneute besondere Aufmerksamkeit zugewendet, in der Absicht, die nach den Resultaten meiner früheren Arbeit noch offengelassene Frage wo möglich zu entscheiden, ob der Inhalt der zahlreichen kleinen Vertiefungen des Gletschers, welche den Gletscherschlamm enthalten, von einer Pflanze aus der nächsten Umgebung des Gletschers geliefert, oder ob derselbe aus einer grösseren Entfernung herzugeführt worden sei. Diess konnte nach meinen älteren Versuchen noch nicht mit Bestimmtheit behauptet werden.

Auf Platinblech geglüht nimmt der getrocknete Gletscherschlamm eine rostbraune Farbe an, von Eisengehalte bedingt und man bemerkt nach längerem Glühen deutlich einzelne Glimmerblättchen hervortreten. In ganz geringer Menge der Löthrohrflamme ausgesetzt schmilzt der Rückstand zu einem grauweissen blasigen Glase.

---

3) Alpenreise S. 372.

Digitized by Google

Während bei meiner ersten Untersuchung ein schwaches allerdings kaum merkliches Aufbrauchen bei Behandlung des geglühten Rückstandes beobachtet worden war, so ergab die nun vorgenommene Prüfung durchaus keine Kohlensäureentwicklung, woraus die vollkommene Abwesenheit von kohlensaurer Kalkerde in der Asche folgt.

Auf den ersten Blick muss diess in hohem Grade auffallen. Die nächste Umgebung des Dachsteines am Hallstädter See besteht auf zwei Stunden im Umkreis wie bekannt aus Kalkformation, Alpen- und Jurakalk. Will man nun annehmen, dass der untersuchte Gletscherschlamm aus Pflanzen, die auf diesem Untergrunde gewachsen, entstanden sei, so wäre es doch immerhin sehr ungewöhnlich, wenn in der Asche, beziehungsweise den Zersetzungsprodukten jener notorischen Kalkpflanzen keine Spur von kohlensaurer Kalkerde vorhanden sein sollte.

Die auf meine Veranlassung jüngst vorgenommene quantitative Analyse der Gletscherschlammasche stimmt mit der früheren sehr nahe überein. Dieselbe liefert für die Zusammensetzung des geglühten Gletscherschlammes in 100 Theilen folgendes Resultat:

Kieselsäure . .	65,41
Eisenoxyd . . .	10,03
Thonerde . . .	17,20
Kali	3,12
Natron	5,93
	101.69

Zum Vergleiche gebe ich hier das Resultat der früheren Analyse:

Kieselsäure . .	64,39
Eisenoxyd . . .	9,45
Thonerde . . .	28,91
Kali	2,31
Natron	6,48
	101,34

Digitized by Google

Die Differenzen der früheren und neueren Analyse der Gletscherschlammasche beruhen wohl zum Theil auf dem Umstande, dass bei den beiden Analysen verschiedene analytische Methoden zur Ausführung gelangten.

Es ergibt sich aus den angeführten Resultaten, dass die Natur der Mineralbestandtheile des Gletscherschlammes mit der Zusammensetzung des Feldspathes sehr nahe übereinkömmt.

Durch eine jüngst veröffentlichte Beobachtung[4]) bin ich veranlasst worden, die Asche des Gletscherschlammes speciell auf einen Gehalt an Kupfer zu untersuchen. Dieulafait hat nämlich in allen Pflanzen, welche auf Felsen des Urgebirges wachsen, ohne Ausnahme auf das Entschiedenste Spuren von Kupfer in der Asche nachgewiesen. Dagegen enthält nach seiner Angabe die Asche der auf reinem Kalkstein wachsenden Pflanze keine Spur von Kupfer. In der That ist es mir gelungen, in der Asche des Gletscherschlammes geringe Spuren von Kupfer zu entdecken.

Fällt man aus der mit Kali-Natroncarbonat aufgeschlossenen Masse, nach Abscheidung der Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyd mit Ammoniak und lässt es einige Zeit stehen, so zeigen sich in dem vom Niederschlage abgegossenen Ammoniak deutlich die Reaktionen des Kupfers.

Hierin liegt nach meinem Dafürhalten ein neuer Beweis dass der Gletscherschlamm — d. i. der Inhalt der zahllosen kleinen Vertiefungen des Gletschers — nicht von einer in der nächsten Umgebung des Dachsteines am Hallstädter See stehenden Kalkpflanze, sondern vielmehr von einer aus der Ferne zugeführten Pflanze des Urgebirges herrühre.

---

4) Dieulafait, Compt. rend. 90. 703. „Ueber das normale Vorkommen von Kupfer in den Pflanzen, welche auf Felsen der Urgebirgsformation wachsen."

Digitized by Google

Sitzung vom 3. Juli 1880.

Herr Klein spricht:

„Ueber unendlich viele Normalformen des elliptischen Integral's erster Gattung.“

Der Hauptgesichtspunct, mit dem ich bisher in der Theorie der elliptischen Functionen gearbeitet habe, lässt sich mit zwei Worten kennzeichnen. Ich wünschte, dem Legendre'schen Modul $\varkappa^2$ nicht diejenige Alleinherrschaft zu lassen, welche er bisher fast unbestritten besass. Einmal muss er in manchem Betracht, wie diess bereits die Weierstrass'schen Vorlesungen gezeigt haben, hinter der rationalen Invariante J zurücktreten, andererseits aber bildet er als Modul zweiter Stufe das Anfangsglied einer unendlichen Kette von Moduln, die alle in vieler Hinsicht gleichberechtigt sind und eine gleichmässige Berücksichtigung verlangen. In meiner ersten der k. Akademie vorgelegten Arbeit[1]) zeigte ich in diesem Sinne, dass sich der Begriff der Modulargleichungen wesentlich erweitern lasse. Herr Gierster publicirte im Anschlusse hieran eine Untersuchung[2]), derzufolge die neuen Modulargleichungen für

---

1) Sitzungsbericht vom 6. Dec. 1879.

2) Sitzungsbericht vom 5. Febr. 1880.

Dig

zahlentheoretische Zwecke ebenso mit Nutzen verwerthet werden können, wie die früheren. Ich wünsche heute denselben Grundgedanken, allerdings nur in allgemeinen Zügen, nach einer dritten Richtung auszuführen, indem ich nicht nur, wie bisher, Modulfunctionen (von ω_1, ω_2), sondern doppeltperiodische Functionen (von u, ω_1, ω_2) in Betracht ziehe. Als einfachste Gestalt des elliptischen Integral's erster Gattung wählt man zumeist die Legendre'sche Normalform[1]):

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x \,.\, 1 - x \,.\, 1 - \varkappa^2 x}}$$

Ich beabsichtige zu zeigen, dass ebenso einfache Normalformen des elliptischen Integral's erster Gattung existiren, in denen die Moduln dritter, vierter, fünfter etc. Stufe als Constante auftreten, so dass also die *Legendre*'sche Form nicht als Normalform schlechthin, sondern nur als solche zweiter Stufe erscheint, an die sich, den unendlich vielen Werthen von n entsprechend, unendlich viele Normalformen n^{ter} Stufe anreihen. Dabei möchte ich späteren Unter-

1) Dass man im Anschlusse an die gewöhnliche Behandlungsweise diese Form und nicht die aus ihr durch quadratische Transformation hervorgehende

$$\int \frac{dx}{\sqrt{1 - x^2 \,.\, 1 - \varkappa^2 x^2}}$$

als eigentliche Normalform betrachten soll, habe ich u. a. mathematische Annalen XIV, p. 116 auseinandergesetzt. Will man doch an letzterer festhalten, so operirt man, im Sinne der weiteren Auseinandersetzungen des Textes, mit einer Normalform vierter Stufe: $\sqrt{x}$ ist dann die Oktaederirrationalität (Annalen XIV, p. 155).

Digitized by Google

suchungen vorbehalten, zu beweisen, dass sich an jede dieser Normalformen in vollem Umfange analoge Untersuchungen anknüpfen lassen, wie man solche an die Legendre'sche Form in mannigfachster Weise angeschlossen hat.

Es kann sich bei einer solchen Theorie zuvörderst nicht um neue Thatsachen, sondern nur um neue Auffassung bekannter Thatsachen handeln. In der That sind meine ersten Sätze nichts Anderes, als eine Umstellung der bekannten Hermite'schen Sätze über Θ-Producte, wobei ich nur äusserlich, im Anschlusse an die Weierstrass'schen Vorlesungen, insofern eine Umänderung treffe, als ich statt der Function Θ, deren unendlich viele Formen für meine Zwecke gleichberechtigt sein würden, die nur in einer Form existirende Function σ setze.

Man betrachte verschiedene Producte aus je n Factoren σ:

$$\sigma(u - a_1) . \sigma(u - a_2) \ldots\ldots \sigma(u - a_n),$$
$$\sigma(u - b_1) . \sigma(u - b_2) \ldots\ldots \sigma(u - b_n), \text{ etc.},$$

wo

$$\Sigma a = \Sigma b = \text{etc.}$$

sein soll. Dann behaupten die hier in Betracht kommenden Hermite'schen Sätze; dass der Quotient je zweier solcher Producte eine doppeltperiodische Function von u ist mit denjenigen Perioden ω_1, ω_2, die bei der Bildung der σ-Function benutzt wurden, sowie: dass sich alle solche Producte aus n unabhängigen derselben linear zusammensetzen lassen. — Ich schreibe nun, indem ich n unabhängige Producte dieser Art auswähle und unter $x_0, x_1, \ldots x_{n-1}$ homogene Variable, unter ϱ einen Proportionalitätsfactor verstehe:

Digitized by Google

$$(1)\quad \begin{cases} \varrho x_0 = \sigma(u - a_1) \, . \, \sigma(u - a_2) \ldots \, . \, \sigma(u - a_n), \\ \varrho x_1 = \sigma(u - b_1) \, . \, \sigma(u - b_2) \ldots\ldots \sigma(u - b_n), \\ - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad - \\ - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad - \\ \varrho x_{n-1} = \sigma(u - n_1) \, . \, \sigma(u - n_2) \ldots\ldots \sigma(u - n_n). \end{cases}$$

Die x betrachte ich sodann, des kürzeren Ausdruck's wegen, als Coordinaten eines Punctes des Raumes von $(n-1)$ Dimensionen. In diesem Raume stellen die Formeln (1) eine Curve dar, die, in Folge der voraufgeschickten Sätze, das Geschlecht 1 und die Ordnung n besitzt. Ich will dieselbe eine elliptische Curve der n^{ten} Stufe nennen. Man kann die Variable u definiren, indem man sie als Integral an einer solchen Curve hinerstreckt; ich spreche dann von einem Integral der n^{ten} Stufe.

Die niedrigste in Betracht kommende Stufe ist natürlich die zweite, da es keine doppeltperiodischen Functionen der ersten Stufe gibt. Die zugehörige Curve ist die gerade Linie $\frac{x_0}{x_1}$ doppelt überdeckt, und, wie man leicht sieht, mit vier Verzweigungspuncten (sommets) versehen. Das Integral zweiter Stufe ist kein anderes, als dasjenige, welches man gewöhnlich als elliptisches Integral (erster Gattung) schlechthin bezeichnet, nämlich:

$$\int \frac{x_1 \, dx_0 - x_0 \, dx_1}{\sqrt{f(x_0, x_1)}},$$

wo f irgend eine homogene biquadratische Form von x_0, x_1 bedeutet, die, gleich Null gesetzt, die Lage der Verzweigungspuncte auf $\frac{x_0}{x_1}$ fixirt.

Für die dritte Stufe erhält man, wie bekannt, aus (1) die allgemeine Curve dritter Ordnung der Ebene $x_0 : x_1 : x_2$.

Digitized by Google

Ein Integral dritter Stufe ist also ein solches, welches an einer ebenen Curve dritter Ordnung hinerstreckt ist. Ich brauche hier nicht noch besonders an die elegante Schreibweise zu erinnern, die Aronhold für solche Integrale eingeführt hat. Nur das will ich betonen, um meiner Grundanschauung wiederholten Ausdruck zu geben, dass ich die Integrale dritter Stufe nicht etwa, wie man diess bisher fast durchgängig that, auf Integrale zweiter Stufe zurückführen, vielmehr dieselben einer directen Behandlung unterwerfen will. Dieselbe Bemerkung gilt natürlich hinsichtlich der Integrale der höheren Stufen. —

Die Integrale vierter Stufe werden sich auf die gewöhnliche Raumcurve vierter Ordnung beziehen, welche der volle Schnitt zweier Flächen zweiter Ordnung ist, die Integrale fünfter Stufe auf eine Curve fünfter Ordnung des Raumes von vier Dimensionen, etc. Was die algebraische Darstellung dieser höheren Curven angeht, so findet man dieselbe der Art nach ohne Weiteres durch den zweiterwähnten Hermite'schen Satz. Aus fünf fünfgliedrigen σ-Producten: x_0, x_1, x_2, x_3, x_4 lassen sich $\frac{5.6}{2} = 15$ Glieder zweiter Ordnung bilden, deren jedes an 10 Stellen des Periodenparallelogramm's gleich Null wird. Daher bestehen zwischen den fünf x $15 - 10 = 5$ quadratische Gleichungen, und unsere Curve erscheint als der Schnitt von fünf richtig gewählten Flächen zweiten Grades des Raumes von vier Dimensionen. — Aehnlich in allen höheren Fällen.

Alle diese „elliptischen Curven" besitzen nun in vielfacher Hinsicht analoge Eigenschaften. Sie haben z. B. alle nur zwei rationale Invarianten, die dem g_2 und g_3 des elliptischen Integral's entsprechen. Bei allen gibt es, den berühmten Formeln analog, die Hermite für $n = 2$[1]) und

1) Crelle's Journal Bd. 52.

Brioschi für $n = 3$[1]) gegeben hat, rationale Multiplicationsformeln vom Grade n^2, die ohne Weiteres das an der Curve hinerstreckte, richtig normirte Integral in

$$\frac{1}{n}\int\frac{dz}{\sqrt{4z^3 - g_2 z - g_3}}$$

verwandelen, etc. Ich will bei diesen allgemeinen Analogieen nicht verweilen, sondern gehe nunmehr sofort zur Besprechung des Hauptpunctes der heutigen Mittheilung über, nämlich zur Lehre von den (irrationalen) Normalformen, die man den Curven n^{ter} Stufe und damit den zugehörigen Integralen ertheilen kann.

Das Mittel zur Herstellung dieser Normalformen liegt einfach in einer geeigneten linearen Transformation der x, oder, was auf dasselbe hinauskommt, in einer geschickten Wahl der Constante a_i, b_i, ... n_i in Formel (1). Indem man diese Constanten gleich n^{ten} Theilen der Perioden wählt, erreicht man, dass in den algebraischen Gleichungen der Curve n^{ter} Stufe, und also auch im zugehörigen Integrale, nur noch wesentliche (invariante, aber irrationale) Constante vorkommen, und diese Constanten erweisen sich dann als Moduln der n^{ten} Stufe.

Ich kann diess heute nur für die beiden niedrigsten Stufen, die Neues bieten, einigermassen ausführen, nämlich für die dritte und die fünfte Stufe. Bei der dritten Stufe handelt es sich darum, die bekannte Theorie der Wendepuncte der ebenen Curven dritter Ordnung in Beziehung zu der früher von mir entwickelten Theorie der Moduln dritter Stufe (der Tetraederirrationalität) zu setzen. Die fünfte Stufe hat Herr Dr. Bianchi in letzter Zeit auf meine Anregung hin untersucht, und es sind wesentlich von ihm gefundene Resultate, die ich im Folgenden

1) Borchardt's Journal, Bd. 63, p. 30.

Digitized by Google

mittheile. Herr Dr. Bianchi wird eine ausführlichere Darlegung dieses Gegenstandes demnächst in den mathematischen Annalen veröffentlichen.

Bei den ebenen Curven dritter Ordnung erinnere ich an die Existenz der vier Wendepunctsdreiecke und an die Normalform, die man, nach Hesse, erhält, wenn man eins der Wendedreiecke als Coordinatendreieck zu Grunde legt. Bekanntlich lautet die letztere:

$$(2) \qquad x_0{}^3 + x_1{}^3 + x_2{}^3 + 6\,a\,x_0\,x_1\,x_2 = 0.$$

Alles, was ich hier hinzufüge, ist, dass die hier vorkommende Constante a für das an der Curve dritter Ordnung hinerstreckte Integral die Tetraederirrationalität ist. In der That, man vergleiche die Formel, die etwa in Lindemann's Vorlesungen von Clebsch pag. 569 für den Zusammenhang der Grösse a mit der absoluten Invariante $\frac{S^3}{T^2}$ gegeben ist; mit der Gestalt, die ich in den mathematischen Annalen XIV, p. 154 der Tetraedergleichung ertheilte. Trägt man der Verschiedenheit der angewandten Bezeichnung Rechnung, so sieht man, dass beide Gleichungen genau übereinstimmen.

Man bilde jetzt das zur Curve (2) gehörige Integral. Dasselbe kann folgende einfache Form annehmen:

$$(3) \qquad \int \frac{x_1\,dx_0 - x_0\,dx_1}{x_2{}^2 + 2\,a\,x_0\,x_1},$$

oder auch eine der beiden anderen Formen, die aus dieser durch cyclische Vertauschung der x_0, x_1, x_2 entstehen. Hier haben wir nun, was ich als Normalform dritter Stufe bezeichne. Die in (3) vorkommenden Variablen sind durch die Gleichung (2) verknüpft; aber in beiden Ausdrücken, (2) und (3), kommt nur eine Constante (ein Modul) vor: die Tetraederirrationalität.

Digitized by Google

Bei der Normalform fünfter Stufe musste Herr Dr. Bianchi mit der in (1) enthaltenen transcendenten Definition beginnen, da ja die algebraische Definition der Curve erst zu finden ist. Uebrigens erkennt man sofort, dass die Curve fünfter Stufe, den 9 Wendepuncten der Curve dritter Ordnung entsprechend, 25 singuläre Puncte besitzt, in denen je eine Ebene fünfpunctig schneidet. Diese fünf und zwanzig Puncte liegen sehr oft zu je 5 in einer Ebene, und aus diesen Ebenen lassen sich, den vier Wendedreiecken der ebenen Curve dritter Ordnung entsprechend, insbesondere sechs ausgezeichnete Pentaeder zusammensetzen. Legt man eins derselben als Coordinatenpentaeder zu Grunde, so erhält unsere Curve, nach kurzen Zwischenüberlegungen, schliesslich folgende fünf Gleichungen:

$$(4) \quad \begin{cases} \varphi_0 = x_0^2 + a\,x_2\,x_3 - \frac{1}{a}\,x_1\,x_4 = o, \\ \varphi_1 = x_1^2 + a\,x_3\,x_4 - \frac{1}{a}\,x_2\,x_0 = o, \\ \varphi_2 = x_2^2 + a\,x_4\,x_0 - \frac{1}{a}\,x_3\,x_1 = o, \\ \varphi_3 = x_3^2 + a\,x_0\,x_1 - \frac{1}{a}\,x_4\,x_2 = o, \\ \varphi_4 = x_4^2 + a\,x_1\,x_2 - \frac{1}{a}\,x_0\,x_3 = o. \end{cases}$$

Hier kommt wieder nur eine Constante a vor und diese Constante a erweist sich als identisch mit der Ikosaederirrationalität, wie ich sie immer verwandt habe.

Um jetzt das Integral fünfter Stufe aufzustellen, haben wir uns nur noch Rechenschaft zu geben, welche Curve dritter Ordnung irgend drei der Flächen φ (4) noch ausser der von uns in Betracht zu ziehenden Curve fünfter Ordnung gemein haben. Man findet, dass diess eine ebene Curve ist, die z. B. für die drei Flächen φ_0, φ_1, φ_2 in der

Digitized by Google

Ebene $x_1 = o$ enthalten ist. Hiernach hat man für das an der Curve hinerstreckte Integral nach bekannten Regeln (vergl. Nöther, Mathematische Annalen XIII, p. 510), unter u_x, v_x irgend zwei lineare Ausdrücke, unter C eine willkürliche Constante verstanden:

$$(5) \quad C \int \frac{(v_x\, du_x - u_x\, dv_x) \,.\, x_1}{|\, \varphi_0\, \varphi_1\, \varphi_2\, u_x\, v_x \,|}.$$

Der im Nenner stehende Ausdruck bedeutet dabei die Functionaldeterminante der hingeschriebenen Functionen.

Die so gewonnene Formel lässt sich aber noch in doppelter Weise vereinfachen. Einmal kann man, wie selbstverständlich, die linearen Ausdrücke u_x, v_x beliebig specialisiren und also z. B. mit irgend zwei der x zusammenfallen lassen. Dann aber gelingt es, vermöge der Gleichungen $\varphi = o$, die im Nenner stehende Functionaldeterminante durch das x_1 des Zählers zu dividiren (wie diess a priori aus dem Abel'schen Theoreme erschlossen werden kann). Man erhält so schliesslich, wenn man noch die Constante C benutzt, um unnöthige Factoren zu entfernen, zehn unter sich gleichwerthige einfachste Schreibweisen für unser Integral. Zwei derselben sind diese:

$$(6) \quad \int \frac{x_1\, dx_0 - x_0\, dx_1}{5\, a^3\, x_2\, x_4 - (2\, a^3 + 1)\, x_0\, x_1}$$

$$= \int \frac{x_2\, dx_0 - x_0\, dx_2}{5\, a^2\, x_3\, x_4 - (2 - a^5)\, x_0\, x_2},$$

und die übrigen acht ergeben sich aus diesen zwei durch cyclische Vertauschung der x.

Digitized by Google

Herr C. W. Gümbel hält einen Vortrag:

„Geognostische Mittheilungen aus den Alpen."

VII.

Erster Abschnitt.

Die Gebirge am Comer- und Luganer-See.

Der geognostische Streifzug, auf welchem ich durch die Bergamasker Alpen[1]) wanderte, hatte mich westwärts bis zum Val Seriana geführt und gezeigt, dass die Pflanzenreste-führenden Gebilde von Collio (Collioschichten), welche dem Rothliegenden gleichgestellt werden, und die zunächst höheren und jüngeren rothen Sandsteine, welche den Grödener Schichten entsprechen und der tiefsten Trias angehören, zwar benachbart, aber stets genetisch gesondert, oft sogar auch innerhalb verschiedener getrennter Verbreitungsgebiete entwickelt, westwärts bis Fiume nero fortsetzen. Leider vermissen wir hier in den Lagen des rothen Sandsteins die Pflanzenreste, durch welche in den mehr östlichen Gebirgstheilen, in Südtirol und bei Recoaro, diese Sandsteinbildung ausgezeichnet ist. Dadurch sind wir der

1) Vergleiche: Geognostische Mittheilungen aus den Alpen VI, Streifzug durch die Bergamasker Alpen in den Sitz.-Ber. d. Acad. d. Wiss. in München 1880, 2. Math.-phys. Cl. S. 164.

Digitized by Google

Möglichkeit beraubt, die Bergamasker Sandsteinbildungen bestimmter mit einzelnen Lagen der Grödener Schichten in Vergleich zu ziehen, wenn auch ihre petrographische Beschaffenheit und ihre ununterbrochene Verbindung mit den versteinerungsreicher Seisser Schichten keinen Zweifel über die Gleichalterigkeit beider Bildungen in Südtirol und den Bergamasker Alpen aufkommen lassen.

Auch in dem zunächst westlich an das Gebiet des Val Seriana angeschlossenen Gebirge der Val Brembana sind bis jetzt Erfunde deutlicher Pflanzenreste in den älteren Sandsteinschichten nicht bekannt geworden. Denn Escher's Angaben[2]) von *Calamites*-haltigen Sandsteinschiefer S. bei Pellegrino und von Schichten mit (?) *Taeniopteris marantacea* Stnb. (nach Heer's Bestimmung) am Col di Zambla gegen Oneta hin beziehen sich sicher auf jüngere Triasglieder, welche hier zunächst nicht in Betracht kommen. Um so bedeutungsvoller ist das durch Escher's und P. Merian's Untersuchungen nachgewiesene Vorkommen von Pflanzenresten aus den tieferen Sandsteinschichten in dem Gebirge östlich vom Comer See zwischen Bellano und Regoledo, welche Heer als *Voltzia heterophylla* Brogn. und *Aethophyllum speciosum* Schimp., zwei charakteristische Arten des Buntsandsteins, bestimmt hat.[3]) Noch weiter westwärts waren seit längerer Zeit in dem groben grauen Sandstein von Manno NW. von Lugano Pflanzenreste bekannt, welche nach den neuesten Bestimmungen von Heer[4]) unzweideutig die ächte Steinkohlenformation anzeigen. Auch werden aus dem Steinbruche im rothen Sandstein am Fusse des Monte

2) Geolog. Bem. ü. d. n. Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden in: Mem. d. l. Soc. helv. d. sc. nat. A. XIII. 1853 p. 104 u. 108.

3) Daselbst. S: 98; 130 u. 131.

4) Flora foss. Helvetiae, p. 41. 42—47 und Urwelt der Schweiz II. Aufl. S. 14.

Digitized by Google

Salvatore bei Lugano mehrfach Pflanzenreste erwähnt, die alle Beachtung verdienen.

Diese Verhältnisse bestimmten mich, meine bis zu dem Thale des Serio westwärts fortgeführte Untersuchung der Pflanzenreste-führenden älteren Sandsteinbildungen zunächst wieder am Comer- und Luganer See aufzugreifen. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse in diesem allerdings schon vielfach und ausführlich geologisch geschilderten Gebiete scheinen mir zu einigen neuen Feststellungen geführt zu haben, welche, wenn sie auch nur kleine Beiträge zur weiteren Kenntniss dieser Gegenden an die Hand geben, doch dazu dienen können, bei der bis jetzt noch keineswegs zum Abschlusse gekommenen geologischen Erforschung dieser höchst interessanten Gebiete benützt zu werden.

Ein Blick auf die zahlreichen, bisher über diese Gegenden publicirten geologischen Karten von einer der ältesten, der Brunner'schen an bis zu der erst jüngst erschienenen Spreafico-Taramelli'schen gerechnet, genügt, um an der Verschiedenartigkeit der Auffassung der Gebirgsverhältnisse und deren Darstellung einen Maassstab zu gewinnen, wie Vielfaches hier noch klar zu stellen sei. Ich beziehe mich beispielsweise nur auf die Porphyre von Lugano, die von Brunner[5]) in rothe und schwarze kartographisch ausgeschieden, von Negri und Spreafico[6]) wie von Catullo[7]) wieder vereinigt, endlich von Taramelli aufs neue geschieden dargestellt worden. Aehnliche Differenzen herrschen in der Darstellung der zahlreichen dolomitischen Gesteine, welche z. B. östlich vom Comer See von Catullo ziemlich richtig in eine untere (Esinokalk und Dolomit) und eine obere (Hauptdolomit) Stufe getrennt, auf der Taramelli'schen

5) Aperçu géol. d. environs du lac de Lugano in der Denkschr. d. Schweizer: Ges. d. Natur: XII. 1852.

6) Mem. dell' l'Istituto Lombardo 1869.

7) Geologia applicata delle prov. Lombarde 1877.

Digitized by Google

Karte trotz der maassgebenden Arbeit von Benecke[8]) in bedauerlicher Weise wieder zusammen geworfen werden, nachdem selbst in der älteren Stoppani'schen[9]) Darstellung hier längst schon der Versuch einer naturgemässen Ausscheidung verschiedener Formationsglieder gemacht worden war. Völlig unentwirrbar sind endlich die Angaben bezüglich derjenigen Gebilde, welche man der carboninischen, postcarbonischen (permischen) Formation und dem sog. Verrucano zugewiesen hat. Man begegnet hier dem unzweifelhaft krystallinischen Schiefer bis herauf zu dem rothen Sandstein, der mit dem Bergamasker Servino und den Südtiroler Seisser Schichten aufs engste verbunden denn doch wohl unbestritten dem Buntsandstein entspricht. Doch sind dies nur Andeutungen über die Abweichungen in kartistischen Darstellungen. Nimmt man nun noch die verschiedenen Schilderungen in zahlreichen sonstigen Publikationen hinzu, so tritt uns das Chaos sich widersprechender Meinungen nur um so verwirrenderer entgegen und lässt das Bedürfniss einer gründlichen, von einem über weitere und ausgedehntere Gebiete der Alpen blickenden Standpunkte ausgehenden Revision sehr wünschenswerth erscheinen. Vielleicht gelingt es mir im folgenden hierzu einen kleinen Beitrag zu liefern.

I. Val Sassina und das Gebirge zwischen Bellano und Introbbio.

Beginnen wir unsere Untersuchungen in dem östlich vom Comer See liegenden Gebiete, so möchten sich keine Aufschlüsse besser zur Orientirung eignen, als diejenige, welche bereits von Escher und Benecke in so vorzüglicher Weise geschildert worden sind.

Wenn man von Bellano aus dem wahrscheinlich auch von Escher und Merian begangenen Weg nach dem

8) Ueber die Umgebungen von Esino 1876.

9) Palaeontologie Lombarde I, Les Petrefications d'Esino 1858—1860.

Digitized by Google

Bade Regoledo folgt, so stellen sich uns zunächst am Fusse des steilansteigenden Gehänges jene unzweifelhaft den krystallinischen Schiefern zuzuzählenden Gesteine entgegen, welche wegen ihres Glimmer-artigen Schimmers früher als Glimmerschiefer, neuerdings mehrfach als Casanna- oder Sericitschiefer angesprochen wurden. Es sind jene Schiefer, die am Südrande der Alpen eine grossartige Verbreitung gewinnen und längs einer grossen Strecke auch von der Gotthardsbahn selbst bis Lugano aufgeschlossen worden sind. Die Zwischenlagen von quarzitischen und gneissartigen Schichten, welche öfters wiederkehren, scheinen eine gewisse Unsicherheit in der Auffassung dieses Gesteins veranlasst zu haben, so dass sie theils dem ältesten krystallinischen Schiefer zugewiesen, theils aber sogar als Stellvertreter der Carbonformation angesehen wurden. So lässt Catullo auf seiner Karte das Gebiet N. von Val Sassina und den Fuss am Südrande dieses Thals aus Glimmerquarzit bestehen und rechnet den südlich sich anschliessenden Quarzitschiefer zum permischen Conglomerat und Sandstein, während die Spreafico-Taramelli'sche Karte hier nur Glimmerschiefer und Verrucano anzeigt, weiter westwärts aber ganz dasselbe Gestein als Casannaschiefer bezeichnet.

Man kann nun allerdings zwischen der Richtigkeit der Bezeichnung als Glimmerschiefer oder als glimmerigen Phyllit schwanken, aber das scheint denn doch keinem Zweifel zu unterliegen, dass wir es mit einem typischen krystallinischen Schiefer einer jüngeren Formation der archäolithen Periode zu thun haben.

Mit diesem krystallinischen Schiefer steht auf einem beträchtlich langen Strich ostwärts hin am Südgehänge des Val Sassina ein gneissartiger Quarzit in direkter Verbindung, so dass er nur als eine Einlagerung in ersterem anzusehen ist. Die Catullo'sche Karte giebt dieses Gestein bis über Taceno und bis zum Mt. Biandino hinaus als permische

Digitized by Google

Schichten an. Das Gestein ist aber nach mehreren untersuchten Dünnschliffen sowohl aus den Lagen näher gegen Bellano, wo es noch hoch oben an dem Fusssteig von Ghesazio nach Parlasco in einem mit einem Kreuz bezeichneten Bergkopf ansteht, und in St. 10 mit 40° nach NW. einfällt, als auch aus der Nähe von Parlasco und Taceno unzweifelhaft Quarzit mit nur sehr spärlichen Feldspathbeimengungen und reichlichen Glimmerblättchen. Der weit vorherrschende Quarz besitzt ganz die Art des im Gneiss vorkommenden und bildet theils langgestreckte zackige Streifen von gleichartiger Beschaffenheit mit Blasenbohlräumen und eingewachsenen kleinen Kryställchen meist Glimmerschüppchen, theils körnige Häufchen, welche i. p. L. Aggregatfarben zeigen. Von einer Abrundung der eckigen Umrissen der Quarzsubstanz, wie sich solche in den Sandsteinen, Grauwacken und tuffigen quarzigen Sedimentbildungen finden, ist hier keine Spur zu sehen. Auch die spärlich beigemengten Feldspaththeilchen tragen ganz den Charakter des ursprünglichen Eingewachsenseins in das Gestein, sie bilden eckige Körnchen und ziemlich scharf umgrenzte Krystalle. Mit Ausnahme trüber, zersetzter feldspathiger Substanzen gehören fast alle übrigen Feldspathbeimengungen Plagioklasen an, welche i. p. L. die Streifung auf's deutlichste erkennen lassen; Orthoklas in frischem Zustande wird nur selten wahrgenommen. Diese gneissartigen Quarzite erreichen namentlich bei Taceno-Crandola eine grössere Ausdehnung und bilden fast ununterbrochen von der Strasse bei Bellano bis Introbbio unmittelbar das Liegende der darauf aufgelagerten vorherrschend roth gefärbten Conglomerate, Sandsteine und Lettenschiefer.

Am Ansteig von Bellano nach Regoledo findet sich zunächst am Gebirgsfusse der glimmerig glänzende Schiefer und höher in gleichförmiger Lagerung dieses Quarzitgestein. Hier beginnt nun die Ablagerung der rothen Schichten über

Digitized by Google

diesem Quarzite nicht mit einer Conglomeratbildung, sondern es sind ziemlich weiche, graue und rothe, sandige Lettenschichten, welche die jüngere Reihe einleiten; erst höher folgen dann reichlich grobe und feinere Conglomeratbänke wechselnd mit buntgefärbten Sandsteinlagen, intensiv rothem Letten und grauem mergeligschiefrigem Gestein, welche die obere Region beherrschen. In den relativ höheren Lagen dieser Schichtenreihe nun ist es, in welchen sich näher gegen Regoledo hin zahlreiche, aber meist undeutliche Pflanzenreste einstellen; es ist dies das Lager, in welchem Escher[10]) und Merian *Voltzia heterophylla* und *Aethophyllum speciosum* auffanden. Obgleich ich hier wegen des Fehlens der so charakteristischen Bellerophonkalklage oder des stellvertretenden blasigen gelben Dolomits einen ganz sicheren Vergleich mit den Pflanzenschichten von Recoaro oder Neumarkt nicht ziehen möchte, so macht doch die ganze Art der Ablagerung und des Vorkommens der Pflanzenreste den Eindruck auf mich, als ob diese Lagen bei Regoledo und Recoaro nahezu auf gleichem geologischem Horizonte lägen und dies umsomehr, als auch auf den Höhen vor Regoledo ein zwar versteinerungsleerer, aber petrographisch doch absolut gleicher grünlich grauer harter Mergel — Seisser Schichten — nahe im Hangenden der Pflanzenschichten sich einstellt, wie im Osten. Wer weiss, wie dürftig der Erhaltungszustand der eingeschlossenen Pflanzenresten ist, wird an dieser Parallele sicher keinen Anstoss desshalb finden, weil Heer aus den Regoledolagen *Voltzia heterophylla* und *Aethophyllum speciosum* bestimmt hat. Denn die Arten aus den Recoaro-Fünfkirchen-Schichten[11]), die *Voltzia hungaria*, *V. hexagona*, *Ullmannia* u. s. w., stehen obigen Formen[12]) so nahe, dass

10) A. A. O. Geol. Bem. ü. d. n. Vorarlberg etc.

11) Ueber die permischen Pflanzen von Fünfkirchen von Heer V. Bd. d. Mitth.: aus d. Jahrb. d. ungar. geol. Anstalt 1876.

12) Taf. VIII der Abhandlung Escher's: Geolog. Bemerk. über das N. Vorarlberg etc. 1853.

Digitized by Google

bei so dürftigem Erhaltungszustande, welcher eine sichere Bestimmung äusserst schwierig macht, hier wohl leicht gleiche Arten vorliegen könnten.

Greifen wir aber zur Frage zurück, ob aus diesem tiefsten Schichtencomplex eine Reihe grober Conglomerate, die allerdings die grösste Aehnlichkeit mit ausseralpinem Rothliegenden namentlich durch die zahlreichen Einschlüsse von Porphyrrollstücken erkennen lassen, und daher schon seit v. Buch's Besuch dieser Gegenden von diesem und von Anderen wiederholt dem Rothliegenden zugezählt worden sind, wirklich der postcarbonischen Formation zugewiesen werden dürfe, so vermag ich hiefür in Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse, wie wir solche bei Collio und Fiume nero nachgewiesen haben, keinen stichhaltigen Grund zu erkennen. Diese Conglomerate am Rande des Val Sassina haben durchaus nichts zu schaffen mit den Gebilden, welche bei Collio dem Rothliegenden gleichstehen, sondern gleichen genau den Conglomeraten, welche auch im Bergamasker Gebirge oft getrennt von den Collioschichten sich den feinen rothen Sandsteinbänken sehr eng anschliessen und den Grödener Conglomeraten entsprechen. Am Ostrande des Comer See's fehlt jede Spur jener Ablagerungen, welche den Collioschichten gleichgestellt werden könnten. Es darf hiebei daran erinnert werden, dass an vielen Stellen in- und ausserhalb der Alpen, da wo der Buntsandstein unmittelbar auf quarzreichem krystallinischem Gestein aufgelagert ist, seine tiefsten Bänke durch ein grobes Conglomerat ausgezeichnet sind und wo Porphyr die Unterlage ausmacht, wie bei Botzen, die Grödener Schichten mit mächtigen Porphyrconglomeraten beginnen. Allerdings muss es auffallen, dass am Comer See und seine Umgebung die Conglomerate so zahlreiche Porphyrgeschiebe enthalten, wie z. B. bei Introbbio, wo im Eingang der Acqua duro-Schlucht mächtige Conglomerate

Digitized by Google

fast ausschliesslich aus Porphyrrollstücken bestehen. Es treten zwar am Luganer See und weiter westwärts grosse Porphyrmassen zu Tag, sie gewinnen aber nicht die Ausbreitung, wie jene bei Botzen und scheinen mir durchaus nicht genügend, um alles Porphyrmaterial, welches wir hier in diesem Gebirgszug zur Conglomeratbildung verwendet stehen, liefern zu können. Dies geht noch unzweideutiger aus der Untersuchung zahlreicher Porphyrrollstücke der Conglomerate des Val Sassina hervor, deren Porphyr durchaus verschieden ist von jenen allerdings zahlreichen Varietäten der Luganer Gegend; letztere sind sehr charakteristisch entweder intensiv roth oder schwärzlich gefärbt, während ersterer sich mehr dem mittelfarbigen röthlichen oder graulichen Typus des Botzener Gebiets anschliesst. Es sind, soweit meine Beobachtungen an Dünnschliffen reichen, in diesen Rollstücken durchweg Quarz-führende Felsitporphyre vertreten, mit felsitiger, bald fein krystallinischer, bald noch halb glasiger Grundmasse und Fluidalstreifchen, reich an Orthoklas, arm an Plagioklaseinschlüssen und spärlich mit Glimmerblättchen versehen, deren Substanz wie meist auch der Orthoklas der Zersetzung anheimgefallen ist. Um diese enorme Betheiligung von Porphyrfragmenten an der Zusammensetzung unserer Conglomerate erklären zu können, bleibt nichts Anderes übrig, als anzunehmen, dass, ehe die Ablagerung der Grödener Conglomerate, wie wir unsere Lagen auch am Comer See nennen wollen, stattfand, mächtige Stöcke von Porphyr vor dem Rande der aus krystallinischen Gestein bestehenden Centralalpen ausgebreitet gewesen sein mussten, durch dessen Zerstörung das Rollmaterial für die Bildung der Conglomerate beschafft werden konnte. Vielleicht liegt ein Theil dieses Porphyrs von jüngeren Bildungen bedeckt im Untergrunde der mächtigen jüngeren Vorberge verborgen.

In unserem Profil von Bellano nach Regoledo folgen auf die grünlich grauen harten Mergelbänke, die z. Th. noch

Digitized by Google

mit rothen und gelben, oft sandig dolomitischen Lagen wechseln, und den Seisser mit Campiler Schichten in Gesteinsbeschaffenheit und relativer Stellung völlig gleich stehen, dunkelgraue bis schwärzliche Dolomite von nicht beträchtlicher Mächtigkeit. Trotz der dem Erkennen organischer Einschlüsse so hinderlichen, krystallinisch körnigen Ausbildung dieses Dolomits sieht man gleich wohl häufig *Crinoideen*, welche den Habitus von *Encrinus liliiformis* besitzen, Durchschnitte von *Brachiopoden*, *Gasteropoden* und selbst von *Cephalopoden*, ohne dass es mir jedoch gelang, aus dem bröcklich zerspringenden Gestein sicher Bestimmbares heraus zu schlagen. Wir werden später den Nachweis liefern, dass wir es hier mit einer dolomitischen Facies des unteren Muschelkalks zu thun haben, welche in dieser Eigenthümlichkeit eine weite Verbreitung westwärts gewinnt. Es dürfte dies in Escher's Profil (a. a. O.) der Schicht Nr. 18 entsprechen, während Nr. 16 dem graugrünen Seisser Mergel sich gleich stellen würde. Dieser graue, zuweilen Hornsteinconcretionen-führende Dolomit geht aufwärts rasch in den intensiv schwarzen plattigen dichten Kalkstein über, der als Marmor von Varenna bekannt uns später noch ausführlicher beschäftigen wird.

Halten wir dieses Höhenprofil mit jenem an der Strasse von Bellano nach Varenna zusammen, welches nach voraus gegangenem Regen staubfrei, mir einen ganz vorzüglichen Aufschluss gab, so gewinnen wir einen ziemlich vollständigen Einblick in die Zusammensetzung dieser älteren Sedimentgebilde über dem krystallinischen Gebirge, wie uns denselben bereits Escher in so klarer Darstellung eröffnet hat. Nach meiner Auffassung der Verhältnisse können wir hier unterscheiden:

A. Im Hangenden: schwarzer Varenna Kalk.

B. Darunter folgt bei einem ziemlich regelmässigen,

nach St. 3—5 in SW. unter 50—60° gerichteten Einfallen der Schichten:

1)	grauer und schwärzlich grauer, krystallinisch körniger Muschelkalk-Dolomit mit *Crinoideen* und *Brachiopoden*	120 m mächtig
2)	einige schwache Lagen grauen, wellig-plattenförmigen kalkigen Dolomits .	2 „ „
3)	weiche, leicht auswitternde, gelbliche (ursprünglich grünlich graue) Steinmergel mit gelben drusigen Dolomit und Rauhwacke — stellenweise wahrscheinlich Gyps-haltig	10 „ „
4)	intensiv rothen Lettenschiefer, wechselnd mit gelben und grünlichen Lagen	5 „ „
5)	graugrüne, harte, spröde, an den Verwitterungsflächen gelbe Mergelschiefer, genau wie die Seisser Schichten bei Schilpario	25 „ „
6)	graue, kalkig-mergelige, harte, dünngeschichtete Sandsteine mit eigenthümlichen linsenförmigen Einschlüssen schwarzen Kalks	30 „ „
7)	graue, rothe, weissliche, meist dünngeschichtete Sandsteine mit thonigen Zwischenlagen, einzelne Lagen mit kohligen Beimengungen und Pflanzenresten. Auf den Schichtflächen zeigen sich Wülste, Wellenfurchen und wurmförmige Concretionen, wie von Bohrmuscheln — Pflanzenreste-führendes Lager —	80 „ „
		272 m mächtig

Digitized by Google

	Uebertrag	272 m mächtig
8)	mächtige, rothe und grauliche Sandsteinlagen mit einzelnen Conglomeratstreifen	100 „ „
9)	intensiv rothe Lettenschiefer . . .	2 „ „
10)	rothe, quarzreiche Conglomerate . .	6 „ „
11)	graue und hellfarbige, intensiv rothe oder blassrothe Sandsteine, Lettenschiefer und Conglomeratbänke mit Porphyrrollstücken	15 „ „
12)	grauliche Sandsteine und grossbrockige Conglomerate ohne Porphyrgeröll den Mannoschichten ähnlich und dieselbe wahrscheinlich vertretend	10 „ „
	zusammen	405 m mächtig.

C. Im Liegenden: gneissartiger Quarzit und darunter glimmeriger Phyllit.

Dieser Complex von Schichten streicht nun nahezu parallel mit dem Val Sassina hoch oben an dessen Südrande von Bellano über C. Panighetto, M. del Portone, Parlasco, Corte nuova nach Introbbio, wo derselbe die Thalung der Pioverna durchschneidend nunmehr der Schlucht der Aequa duro folgend fast senkrecht zu der bisherigen Streichrichtung gegen den Pizzo dei tre Signori sich ins Gebiet der Val Brembana wendet. Es ist aus diesem Zuge, auf welchem die Gesteinsschichten meisten Theils vom Gehängeschutt überdeckt nur stellenweis entblösst sind, noch des Aufschlusses in dem tiefen Tobel zwischen M. del Portone und Parlasco besonders zu gedenken, in welchem wir die graugrünen Seisser Mergelgesteine, die Rauhwacke und die rothen Conglomerate mit constant SW. Einfallen sehr schön aufgeschlossen finden und aus den Geschieben des Baches entnehmen können, dass in regelmässiger Aufeinander-

Digitized by Google

folge auch hier die schwärzlichen Muschelkalkdolomite und die schwarzen Varenna Kalke höher am Gehänge durchstreichen. Auch mengen sich bereits sehr zahlreiche weisse und grauliche Esinokalkstücke bei, welche von dem höchsten Gebirgskamm dieses Gebiets, dem zum Mt. S. Defendente führenden Felsrücken zu entstammen scheinen. Erst auf der Südabdachung dieses Kalkriffs jedoch legen sich dann nach dem ausführlichen Nachweis Benecke's die Dossena-Raibler Mergel auf den Esinokalk des Sasso Mattolino — S. Defendente an und werden nur in Folge einer Verwerfung, die vom Taceno-Marano her streicht, an dem Passübergange zwischen S. Defendente und Sasso Mattolino auf die Nordabdachung eine kurze Strecke weit hinüber geschleppt.

Aus diesem liegenden Zuge sei noch des eigenthümlichen granitischen Gesteins gedacht, welchem man in überaus zahlreichen abgerollten Blöcken und Stücken in Val Sassina begegnet und welches mächtig entwickelt in dem Gebirge N. von Introbbio sich ausbreitet. Ein grosser Steinbruch zwischen Bindo und Controbbio gestattet einen tiefern Einblick in seine Verhältnisse. Catullo bezeichnet es auf seiner verdienstvollen Karte als Sd. d. h. Sienite dioritica.[13])

Dieses Gestein ist nach meiner Untersuchung der Dünnschliffe als ein feinkörniger, an braunem Glimmer reichen Granit zu bezeichnen, der neben Quarz, stark veränderten Orthoklas nur wenig Plagioklas und keinen weissen Glimmer enthält. Hornblende konnte ich in den von mir gesammelten Stücken nicht finden. Es kommt allerdings äusserst spärlich eine gräuliche nicht oder höchst schwach dichroistische Beimengung in kleinen, nicht scharf umgrenzten Einsprengungen vor, die wahrscheinlicher einem Augit als Amphibol angehören möchten. Spärliches Magnet- und etwas

---

13) Catullo erwähnt das Gestein kurz S. 416 f. Geologia della prov. Lombarde I. Bd.

Digitized by

Titaneisen nebst einzelne Apatitnädelchen gehören zur Reihe der accessorischen Beimengungen. Eigenthümlich ist, dass, trotz das Gestein äusserst frisch sich ansieht, seine feldspathigen und glimmerigen Theile eine bedeutende Umbildung erlitten haben. Dies geht daraus hervor, dass i. p. L. die Feldspathe nur auf feine Körnchen vertheilte Aggregatfarben zeigen, zwischen denen hie und da die Streifen des Plagioklas, als sei derselbe erst aus der Umbildung des Orthoklases hervorgegangen, sichtbar werden. Ebenso treten häufig zwischen den einzelnen Blättern des Glimmers weisse, offenbar sekundäre Ansiedelungen auf, die feldspathiger und quarziger Natur zu sein scheinen.

2. Die Fischschiefer von Perledo und der schwarze Kalk von Varenna.

Es ist bereits in den im Vorausgehenden geschilderten Profilen von Bellano nach Regoledo und an der Strasse von Bellano nach Varenna nachgewiesen, dass auf den dunklen Muschelkalkdolomit unmittelbar die Reihe der dünnbankigen, dichten, intensiv schwarzen Kalke aufliegt, welche unter dem Namen des schwarzen Marmors von Varenna in der Technik bekannt, häufig von weissen Kalkspathadern durchzogen sind, und desshalb zur Herstellung von Monumenten sich besonders eignen. Sie begleiten uns auf der Hauptstrasse bis Varenna und reichen an den Gehängen, welche östlich von dem Ufer des Comer See's gegen Regoledo, Bologna und Perledo sehr steil aufsteigen, auf beträchtliche Höhe empor, so dass man diese Bildung als eine sehr mächtige anzunehmen versucht werden könnte. Dem ist jedoch nicht so. Die meist in dünnen Bänken, oft sogar in schieferartige Platten ausgebildete Kalke, mit zahlreichen mergeligen Zwischenlagen wechsellagernd und auf den Schichtflächen stets von einer oft glänzenden thonigen Rinde gleichsam überzogen sind hier am Rande des Sees in einer

Digitized by Google

erstaunlichen Weise stark zusammengefaltet, in mächtigen Bögen gewölbt, zickzackförmig gewunden und überschoben, so dass dieselbe Schichtenlage in Folge der enormen Faltung öfters an die Oberfläche tritt und es dadurch den Schein gewinnt, als habe diese Bildung eine beträchtliche Mächtigkeit, die ich freilich nur schätzweise im Ganzen zu etwa 120 m veranschlage. Das Gestein ist ausserordentlich arm an Versteinerungen und es haben sich ausser den berühmten Posidonomya Moussoni Mer. bis jetzt kaum mehr als dürftige Spuren anderer organischer Ueberreste darin entdecken lassen. Ueber das Vorkommen dieser Muschel hat Benecke sehr ausführlich berichtet; sie scheint übrigens ausserordentlich verbreitet zu sein, indem ich sie bei meiner nur flüchtigen Begehung des Gebiets ausserdem noch an zwei Orten antraf. Mag dieselbe nun mit der Form identisch sein, welche im mitteldeutschen Muschelkalk vorkommt, wie Sandberger annimmt, oder derselben nur sehr nahestehen, wie v. Mojsisovics zu zeigen sucht, so viel ist im Zusammenhange mit der Lagerung aus ihrem Vorkommen jedenfalls zu folgern, dass diese Kalksteinbildung unmittelbar dem Muschelkalk sich anreiht. Nimmt man hinzu, dass die ihm gleichförmig auflagernden, petrographisch sehr ähnlichen mehr schiefrigen, dünnschichtigen und thonigen Fischschiefer von Perledo abgesehen von ihren Einschlüssen an Resten höherer Thiere Posidonomya Wengensis (oberhalb Regoledo) und Bactryllien wie in den Partnachschichten enthalten, also den Wengener Schichten zuzuzählen sind, so scheint die Zuziehung der schwarzen Kalke von Varenna zur Muschelkalkformation wohl gerechtfertigt. Es verdient dabei bemerkt zu werden, dass in den oberen Grenzlagen gegen die Perledoschiefer oft Hornsteinknollen vorkommen, wodurch diese Lagen eine gewisse Analogie mit dem Buchenstein-Kalke gewinnen. Stellenweis nimmt der schwarze Kalk des

Digitized by Google

Comer See's ganz das Aussehen jenes Gesteins in den Bergamasker Alpen, im Gebirgsstocke des Ortler und in Bündten an, welche ich unter der Bezeichnung Ortlerkalk als dem Muschelkalk angehörig in der vorangehenden Mittheilung nachgewiesen habe. Beide sind Faciesbildungen derselben geologischen Stufe der Muschelkalkformation.

Die überaus grossartigen Biegungen und Zusammenfaltungen dieser Kalkschichten oft in Krümmungen von nur wenigen Meter Radius bieten neben der tiefschwarzen Farbe der Hauptmasse des Gesteins und der grell abstechenden Durchäderung von weissen Kalkspath an der so leicht zugänglichen Hauptstrasse von Varenna nach Bellano eine eben so bequeme wie lehrreiche Gelegenheit, um über die Folgen und Wirkungen dieser engsten Zusammenpressungen bereits festgewordener mächtiger Kalksteinlagen die ergiebigsten Studien zu machen. Diese Aufschlüsse verdienen vor Allem die Beachtung Jener, welche über diese Verhältnisse thatsächliche Nachweise suchen. Ich werde desshalb später noch einmal darauf zurückkommen, glaube aber vorerst die weitere Schichtenfolge darlegen zu sollen.

Die sorgfältige Begehung des ganzen Gebiets von Varenna, Perledo, Bologna, Ghesazio, Regoledo, Gittana und Parlasco hat mich überzeugt, dass trotz der grossartigen Biegungen der schwarzen Kalke dieselben doch constant von gleichförmig dünnbankigen, allerdings ähnlich aussehenden, aber doch constant schiefrigen Kalkmergel- und Kalkschichten bedeckt werden. Es sind dies die oft in grossen dünnen Platten gewinnbaren Schiefer von Perledo, welche wegen ihres relativen Reichthums an Saurier- und Fischresten grosse Berühmtheit erlangt haben und unter dem Namen Fischschiefer von Perledo bekannt sind. Ich fand sie in dem vom Esinothal nahe unterhalb der Mühle aufsteigenden Wasserriss oberhalb Per-

Digitized by Google

ledo direkt auf dem schwarzen Kalk auflagernd, beide gleichförmig in St. 6 mit 43° nach W. einfallend. An diesem Wasserriss liegt auch ein Plattenbruch, in dem ich einige Fragmente von Fischversteinerungen fand. Indem man dann den Weg nach Esino weiter verfolgt, gelangt man, wie dies Benecke bereits anführt, bald zu der Grenze gegen einen unmittelbar gleichförmig auflagernden Dolomit, der allerdings einige petrographische Aehnlichkeit mit Hauptdolomit hat, aber im Ganzen doch deutlicher dolomitisch (d. h. fein krystallinisch) sich darstellt, als der letztere. Bei aufmerksamer Beobachtung findet man ausserdem, dass diese Dolomite an Verwitterungsflächen eine charakteristische Eigenthümlichkeit erkennen lassen, die dem Hauptdolomit fehlt; es zeigen sich nämlich parallel mit den Schichtungsflächen wechselnd pulverigstaubige, gelbe Auswitterungsstreifen und fast nicht verwitterte festere Lagen von mehr kalkiger Beschaffenheit. Die mehlartig pulverigen Verwitterungstheile bilden dabei oft nicht fortlaufende geschlossene Lagen, sondern sind zuweilen unterbrochen, treten nur putzenförmig hervor und verlieren sich allmählig in die festeren Lagen. Dies nimmt in dem Maasse ab, als das Gestein kalkiger und dichter wird und in den typischen Esinokalk übergeht, wie es sich sehr deutlich bei weiterem Verfolgen des Ansteigens gegen Esino beobachten lässt. Für mich ist es gar nicht zweifelhaft, dass dieser Dolomit, der wohl öfter mit Hauptdolomit verwechselt worden sein mag, eine untere Region des Esinokalks ausmacht und diesem ebenso zugezählt werden muss, wie in den Südtiroler Alpen der Schlerndolomit, in den Nordalpen der Zugspitzdolomit dem Wettersteinkalk, welchem ja der Esinokalk auf's genaueste seiner Lager und seinem Alter nach entspricht. Dieses Zusammenfassen des Dolomits, den wir kurz Esino-Dolomit nennen wollen, mit dem in der Regel die höheren Lagen einnehmenden Esinokalk findet eine Bestätigung in

Digitized by Google

dem Umstande, dass ich in dem Dolomit so gut, wie im Kalke die charakteristische *Gyroporella annulata* in dem oben genannten Profile aufgefunden haben. Auch lässt sich der allmählige Uebergang der dolomitischen tiefen Schichten in die oberen kalkigen an mehreren Punkten deutlich beobachten.

Diese Fischschiefer von Perledo liegen also unzweifelhaft über dem schwarzen Varenna-Kalk und unter dem weissen Dolomit des Esinokalks. Wie schon erwähnt wurde, fanden sich nun an mehren Stellen *Bactryllien* und oberhalb des Dorfes Regoledo sehr zahlreich *Posidonomya Wengensis*, welche für eine Parallelstellung dieser Schiefer mit den Wengener Schichten sprechen. Damit stimmten auch die Lagerungsverhältnisse vollkommen überein.

Es ist allerdings schwierig, bei dieser Schichtenreihe eine strenge Grenze zwischen dem Varennakalk und den Perledo-Schiefer zu ziehen. Doch besteht zwischen beiden auch nach ihrer Zusammensetzung ein nicht unbeträchtlicher Unterschied, wenigstens zwischen den Kalklagen mit *Posidonomya Moussoni* und den Fischreste - führendem Schiefer von Perledo, wie nachfolgende Analyse erkennen lässt.

Mit schwachen Chlorwasserstoff behandelt liefern

	die schwarzen Varennerkalke	die Fischschiefer von Perledo
kohlensauere Kalkerde . . .	83,87	 50,26
„ Bitterde . . .	5,68	 26,49
„ Eisenoxydul . .	2,53	 1,62
Spuren v. Thonerde u. Kieselerde		. . . .
Schwefelsäure u. Phosphorsäure	—	. . . . —
Ungelöst bleibt		
Thon	7,21	 21,35
Kohlige Theile . .	0,71	 0,28
	100,00	100,00

Digitized by Google

Der in verdünnter Chlorwasserstoffsäure unlösliche Rückstand besteht aus

	bei dem Varennakalk	bei den Fischschiefern
Kieselsäure	48,37	73,00
Thonerde	24,60	17,15
Eisenoxydul	8,93	
Manganoxydul	Spur	Spur
Kalkerde	0,20	0,18
Bittererde	0,35	0,14
Phosphorsäure	Spur	Spur
Kali	4,30	2,50
Natron	3,60	1,51
Bitumen u. Wasser	9,43	5,25
	99,78	99,73

Daraus geht hervor, dass der Varennakalk nur geringe Beimengungen von Bittererdecarbonat enthält, während der Fischschiefer von Perledo, wenn man den thonigen Rückstand in Abzug bringt, nahezu die Zusammensetzung eines normalen Dolomits besitzt; jener ist demnach ein ziemlich normaler Kalkstein, dieser ein Dolomitschiefer und zwar jener mit nur geringen Beimengungen von Thon, dieser dagegen besteht fast zu einem Viertheil aus thoniger kieseliger Substanz. Bemerkenswerth ist ausserdem der Unterschied in der Zusammensetzung des in verdünnter Salzsäure unlöslichen Rückstandes beider Gesteine Der hohe Gehalt des Fischschiefers an Kieselsäure spricht für das Vorhandensein freien Quarzes, der im Varennakalk nicht angenommen werden kann und bei beiden scheint überdies die beträchtliche Menge von Kalium die Fruchtbarkeit der aus der Zersetzung dieser Gesteine hervorgehenden Vegetationserde wesentlich zu bedingen.

Was den weiteren Aufbau des Gebirgs bei Esino anbelangt, so theile ich ganz die Ansicht Benecke's. Es ist

Digitized by Google

nicht fraglich, dass über dem Esinokalk zunächst die weicheren Schichten von Dossena mit *Gervillia bipartita* als Stellvertreter der Raibeler Schichten aufruhen und auf diese erst der eigentliche Hauptdolomit folgt. In welcher Weise sich diese verschiedenen Gebilde an der Zusammensetzung des hohen Gebirgsstocks von Esino betheiligen, ist gleichwohl trotz des anscheinend einfachen Aufbaus noch nicht zureichend klar gelegt, da nicht blos mehrfache grossartige Schichtenbiegungen hier vorkommen, sondern auch beträchtliche Dislokationen sich bemerkbar machen. Daher kommt es auch, dass weiter südlich von Varenna die schwarzen Kalke nicht einfach untertauchen, um den Esinoschichten Platz zu machen, sondern dass sie auf eine grosse Strecke hin noch einmal zur Herrschaft gelangen und namentlich zwischen Alcio und Grumo-Lierna mit in St. 3 unter 45° nach NO gerichtetem Einfallen anstehen und die Basis bilden, auf welche höher am Gehänge der mächtige Stock von Esinoschichten aus dem Meriathal[14]) über Cima di Pelaggia und den prallen Gebirgskamm am Ostufer des Comer See's bis zur Capelleta bei Vezio sich aufbaut. Den zum Seeufer gewendeten Esinokalk fand ich anstehend dem von der Hauptstrasse abzweigenden Weg nach Mandello gegenüber, wo in demselben ein Versuchsbau behufs Gewinnung von Bleierzen und Blende angelegt ist, unter Verhältnissen, welche dem Bleierzvorkommen im Wettersteinkalk der Nordalpen und bei Bleiberg, Raibl etc. in Kärnthen vollständig entsprechen. Auch die Dossena-Raibler Schichten mit *Gervillia bipartita* fehlen hier am Seerande nicht. Indem sich nämlich der Esinokalk mit östlichem Einfallen zum Seeufer wendet, kommen die auflagernden weichen Mergellagen, die schon Escher[15]) oben

14) Ich bemerke, dass die Bewohner nicht Neria das Thal nennen, wie alle Karten es bezeichnen, sondern Meria, wie auch eine Strassentafel den Namen schreibt.

15) Geol. Bem. S. 97.

Digitized by Google

Der in verdünnter Chlorwasserstoffsäure unlö
stand besteht aus

bei dem Varennakalk		bei den Fi
Kieselsäure . . .	48,37	. . . .
Thonerde	24,60	. . . .
Eisenoxydul . . .	8,93	. . .
Manganoxydul . .	Spur	. . .
Kalkerde	0,20	. .
Bittererde	0,35	. .
Phosphorsäure . .	Spur	. .
Kali	4,30	.
Natron	3,60	.
Bitumen u. Wasser	9,43	.
	99,78	

zum
an dieses
eine von West
werden.

Esino.

gend von Esino
Perledo
Varenna

Quarzit; b = Grödener Schichten (Buntsandstein);
kalk; p = Perledo Schichten; e = Esino Schichten
ld = Hauptdolomit

Daraus geht hervor, das
Beimengungen von Bittererd
Fischschiefer von Perledo,
stand in Abzug bringt, na
normalen Dolomits
zieml ch normaler Kalkst
zwar jener mit nur g
dieser dagegen besteht
kieseliger Substanz.
Unterschied in der Zu
säure unlöslichen R
Gehalt des Fischsc
Vorhandensein fre
angenommen wer
die beträchtliche
aus der Zersetz
tationserde wes

Was den
belangt, so the

biet von Introbbio bis Lecco.

ant worden, dass bei Introbbio im Ein-
-Thals zuerst eigenthümlicher dunkel-
d quarzitische Schichten zu Tage traten.

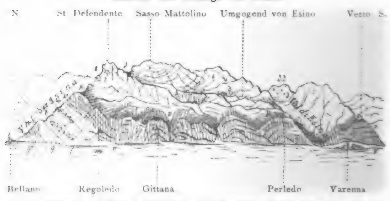
...während die
...r a t e, welche
... mit 45° nach
...lich, dass der
Nähe der Ponte
... und seiner petro-
...e wegen der nicht
...n dem Muschelkalk-
...ch hier der Reihe der
...nke folgt. Die hangen-
...ung gegen Barzio in der
sind ausgezeichnet plattig
...ge Lagerung mit den Con-
12 steil mit 80° S. einfallen,
allerdings undeutlich geschich-
... mehr in St. 3 nach SW ge-
Ueber diesen Platten zeigt sich
...acke. Das ganze Profil macht je-
...k, als ob diese Complexe sich hier
... Aufeinanderfolge fänden, sondern es
...en dunklem Dolomit und den Platten,
... und der Rauhwacke Verwerfungen statt-
Leider verhindert massenhafter Gehänge-
Beobachtung dieser Verhältnisse, so dass
...asse nach Barzio nur vereinzelt noch ein
Auftauchen einer aus weichen mergeligen
...ehenden Gesteinsreihe nahe über der Rauh-
...icht zu bekommt. Die Mergel sind grünlich
...h und gelblich gefärbt, von tuffiger Beschaffen-
...ten kleine, rundliche, grüne Knöllchen und dürf-
als Dossena-Raibler Schichten anzusprechen sein.
wo die Strassenabzweigung nach Barzio wieder
Hauptstrasse Introbbio-Lecco sich vereinigt, beginnt
...e eine fortlaufend ansstehende Zone von Felsmassen,

by Google

im Meriathale zwischen A. Calirazzo und A. Era (freilich als Muschelkalk) angiebt, nach und nach durch das Meriathal streichend gleichfalls dem Seeufer näher. Ich fand sie hier zwischen Linzanico und Borbino in der engen Schlucht der Val Gerona mächtig entwickelt und in hohen Wänden sehr gut entblösst. Sie bestehen hier aus sandigen, grün, roth und braun gefärbten Mergeln mit kalkigen Zwischenlagen und ihre Schichten fallen in St. 3 mit 4° nach NO ein, indem sie sich deutlich auf Esinokalk auflegen, welche weiter S. gegen Lecco zu wieder am Ufer des Sees zum Vorschein kommen. Spätere Bemerkungen werden an dieses Vorkommen wieder anknüpfen.

Zur orientirenden Uebersicht mag hier eine von West aufgenommene Gebirgsansicht beigegeben werden.

Ansicht des Gebirgs bei Esino.



gl = glimmeriger Phyllit; q = Quarzit; b = Grödener Schichten (Buntsandstein); m = unt: Muschelkalk; v = Varennakalk; p = Perledo Schichten; e = Esino Schichten; d = Dossena-Raibler Schichten; dd = Hauptdolomit.

3. Das Gebiet von Introbbio bis Lecco.

Es ist bereits erwähnt worden, dass bei Introbbio im Eingange des Acquaduro-Thals zuerst eigenthümlicher dunkelfarbiger Phyllit und quarzitische Schichten zu Tage traten,

Digitized by Google

welche in St. 7 mit 70° nach SO. einfallen, während die grossbankigen, groben Porphyrconglomerate, welche unmittelbar auflagern, abweichend in St. 12 mit 45° nach S. einschliessen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der schwarze Dolomit, welcher in der Nähe der Ponte Chiuse auf der Strasse nach Lecco ansteht und seiner petrographischen Beschaffenheit nach, sowie wegen der nicht seltenen Einschlüsse von Eucriniten dem Muschelkalkdolomit von Regoledo entspricht, auch hier der Reihe der Conglomerate und rothen Sandsteinbänke folgt. Die hangenden Schichten an der Wegabzweigung gegen Barzio in der Nähe der genannten Ponte Chiuse sind ausgezeichnet plattig und zeigen nahezu gleichförmige Lagerung mit den Conglomeraten, indem sie in St. 12 steil mit 80° S. einfallen, während in den dunklen, allerdings undeutlich geschichteten Dolomit die Neigung mehr in St. 3 nach SW gerichtet zu sein scheint. Ueber diesen Platten zeigt sich ziemlich mächtig Rauhwacke. Das ganze Profil macht jedoch nicht den Eindruck, als ob diese Complexe sich hier in ihrer ursprünglichen Aufeinanderfolge fänden, sondern es scheint, als ob zwischen dunklem Dolomit und den Platten, sowie zwischen diesen und der Rauhwacke Verwerfungen stattgefunden hätten. Leider verhindert massenhafter Gehängeschutt die nähere Beobachtung dieser Verhältnisse, so dass man auf der Strasse nach Barzio nur vereinzelt noch ein merkwürdiges Auftauchen einer aus weichen mergeligen Schichten bestehenden Gesteinsreihe nahe über der Rauhwacke zu Gesicht zu bekommt. Die Mergel sind grünlich grau, röthlich und gelblich gefärbt, von tuffiger Beschaffenheit, enthalten kleine, rundliche, grüne Knöllchen und dürften wohl als Dossena-Raibler Schichten anzusprechen sein.

Erst wo die Strassenabzweigung nach Barzio wieder mit der Hauptstrasse Introbbio-Lecco sich vereinigt, beginnt auf's neue eine fortlaufend ausstehende Zone von Felsmassen,

Digitized by Google

welche aus graulichem, dünnbankigem, unendlich zerklüftetem Dolomit bestehen. Das Gestein macht gleich von vornherein den Eindruck von Hauptdolomit. In der That glückte es auch in den Felsen dem Dorfe Ballabio superiore gegenüber bei einander alle die charakteristischen Einschlüsse zu finden, welche den Hauptdolomit charakterisiren. Besonders häufig ist *Gyroporella vesiculifera* und *Trochus solitarius*, mehr vereinzelt *Avicula exilis* und jener flache *Megalodon*, dem die italienischen Geologen die Bezeichnung *Guembeli* beigelegt haben. Auch glückte es sogar *Dicerocardium*-Fragmente zu entdecken.

Nach diesem bedeutungsvollen Funde ist es nunmehr nicht mehr zweifelhaft, dass auch bei Esino der typische Hauptdolomit wesentlich an der Zusammensetzung dieser colossalen Gebirge betheiligt ist. Was die Lagerung dieses Hauptdolomits anbelangt, so beobachtete ich zuerst ein Einfallen etwa nach SW. bis gegen Casa del Pradella Chiesa. Von hier dagegen scheint die Strasseneintiefung einem Gewölbaufbruch zu folgen, indem westlich der Strasse die Schichten fortfahren. nach SW. einzufallen, im Osten dagegen nach SO. sich einsenken. Leider beginnt auch hier von der Wasserscheide abwärts Gehängeschicht das anstehende Gestein grossen Theils zu bedecken. Wählt man statt der Strasse den an hohem Gehänge hinführenden Fussweg, welcher in der Nähe unterhalb Ballabio inferiore von der Strasse abzweigt, so stösst man etwa Laorca gegenüber auf sehr beachtenswerthe Verhältnisse.

Die Gesteine sind leider nur hier und da dürftig entblösst und lassen einen klotzigen schwarzen Kalk beobachten, der im Ganzen rhätischen Charakter zu tragen schien. An dieser Stelle fand sich nun in der zur Befestigung des Fusssteigs hergestellten Mauer eine Platte schwarzen Kalks erfüllt von den typischen Versteinerungen des Muschelkalks,

wie er etwa im Val Trompia bekannt ist. *Retzia trigonella* war in Menge vorhanden, ebenso *Terebratula vulgaris, angusta* u. s. w. Leider liess sich das Gestein bei den dürftigen Aufschlüssen anstehend nicht entdecken. Es ist aber nicht denkbar, dass diese Platte von einer weit entfernten Stelle sollte hierher geschafft worden sein. Also auch im Gebiete Esino - Lecco kommt versteinerungsreicher Muschelkalk vor von Typus, wie in Val Trompia und den östlichen Südalpen im Gegensatz zu der dolomitischen Entwicklung, wie wir diese bis jetzt bei Varenna-Bellano kennen gelernt haben. Vielleicht gelingt es in dem nahen, tiefen Thale der Galdone, durch welches ein Weg nach Mortcrone führt, diesen Muschelkalk anstehend zu entdecken. An den Gehängen abwärts gegen Lecco ist Schutt und Anschwemmung so angehäuft, dass hier nicht leicht etwas davon zu finden sein dürfte.

Das Gebirge westwärts von der Thalstrasse bei Laorca und Rancio, welches sich sehr steil erhebt, sitzt auf einer felsigen Terrasse auf, deren Gestein gegen Sasso Stefano streicht. Ich vermuthe, dass dies noch eine Fortsetzung des Hauptdolomits sei, der in einer darüber hinziehenden Einbuchtung des Terrains vielleicht die Dosseno - Schichten und über diesen den weissen Esinokalk — in überstürzter Lagerung — trägt. Wenigstens beginnt der Esinokalk auf der Strasse von Lecco nordwärts gegen Varenna schon bei dem ersten Haus jenseits Sasso Stefano und unter S. Martino mit sehr deutlich gekennzeichnetem Esinodolomit, der *Gyroporella annulata* führt. Alle Schichten fallen bis hoch an die auf der Karte namenlosen Berge und bis zur Wasserfurche der Bella farina, durch welche eine Schichtungwendung angezeigt wird, in St. $10-10^1/_2$ unter 65^0 nach NW. Damit haben wir nahezu wieder den Fundpunkt der Dossena-Raibler Schichten im Gerona-Thal bei Abbadia erreicht, der im Vorausgehenden schon beschrieben wurde.

Digitized by Google

4. Die Schichtenfolge am Berggehänge zwischen Lecco und Calolzio.

Wendet man sich vom Lecco südöstlich an das rasch aufsteigende Berggehänge gegen Germanedo und Belledo, so stösst man hier sofort wieder auf typischen Hauptdolomit, der die Fortsetzung des Zugs von Ballabio zu sein scheint. Seine Schichten fallen constant in St. 9—10 mit 45° NW. Sobald man eine Schlucht etwas S. von Belledo erreicht hat, treten unter diesem Hauptdolomit die rhätischen *Avicula contorta*-Schichten zu Tag. Es sind graue klotzige Mergelkalke mit Mergelzwischenlagen, welche durch zwar nicht häufige, aber charakteristische Versteinerungen die rhätischen Azzorola-Lagen unzweifelhaft kennzeichnen. Ihre Mächtigkeit mag 400 m betragen. Die Schichten senken sich conform in St. 10 mit 45° NW unter jene des Hauptdolomits ein.

Unter ihnen lagert ein dichter, z. Th. dolomitischer, gelber und weisslich gefleckter Kalk, der als Stellvertreter des oberen Dachsteinkalkes gelten dürfte. Einfallen wie oben. Nun beginnt südwärts unmittelbar darunter jenes ungemein mächtige System schwarzer, dünnschichtiger, mit Mergel wechselnder oft überaus Hornstein-reicher Kalke, welche in der Gegend sehr häufig wegen ihres lagerigen Bruchs als Mauersteine Verwendung finden. Trotz der grossen Mächtigkeit ist das Gestein trostlos versteinerungsarm. Ausser einzelnen *Pentacrinus* fanden sich an der Schwefelquelle bei Maggianico spärlich Algen von der Form des *Chondrites latus* Guemb. und Fischschuppen. Das Gestein ist das nämliche, wie es auch weiter westwärts z. B. am Mt. Generoso ansteht und dort grossartige Gebirgstheile fast ausschliesslich zusammensetzt; es gleicht in auffallender Weise den sog. Algäuschichten der Nordalpen und besitzt auch, wie diese, die Neigung in kieselreiches

Digitized by Google

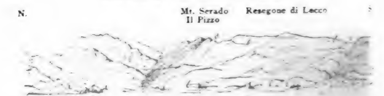
Gestein überzugehen, sowie in vielfache Windungen sich zu falten. Südlich von Lecco ist im grossen Ganzen jedoch das Einfallen conform mit jenen der genannten älteren Schichten nach NW., also unter diese untertauchend. Man sieht vom Thal aus, dass dieses widersinnige Einfallen bis zunächst auf die benachbarte Bergköpfe gegen Il Pizzo unverändert anhält. Bei Chiuso bildet ein Zwischenlager von leichtgefärbtem dolomitischem, dünnbankigem Kalk eine vorspringende Gebirgsrippe. Es ist möglich, dass darin bereits eine jüngere Schichtenlage angedeutet ist. Indess beginnt gerade von hier an Gehängeschutt den Zusammenhang der Gesteinsreihe zu unterbrechen. Es ragen nur höher am Berggehänge vereinzelte Schichtenköpfe über den Boden vor. Erst bei Vercurago begegnen wir wieder grösseren zu Tag ausstreichenden Gesteinsmassen und zwar jenem petrographisch so bestimmt gekennzeichneten, dichten, weissen, grünlichen und rothen Kalksteinschiefer, der durch den Einschluss von *Aptychus alpinus* auch paläontologisch als tithonisch-oberjurassisch sich verräth. Auch in diesen Schichten tritt uns eine bis zum Verwechseln gehende Aehnlichkeit mit den Nordalpen entgegen, insbesondere ist es das massenhafte Vorkommen von rothem Hornstein, durch welches diese Bildungen sich einander so sehr nähern. Diese Schichten fallen gleichfalls constant NW. d. h. unter der Lias ein.

Es fehlt nun freilich zwischen den letzten als Lias bestimmt zu bezeichneten Lagen und diesen Juraaptychenschichten eine Reihe von Zwischengliedern, wie sie etwa bei Roveredo und am Gardasee entwickelt sind. Es mangelt aber an dieser Stelle bei Vercurago an guten Aufschlüssen, welche geeignet wären, zur Entscheidung zu bringen, ob solche etwa dem obersten Lias dem Doggen und den Juraschichten mit *Ammonites acanthicus* entsprechende Bildungen in diese Gegend vorhanden sind oder nicht.

Die zunächst darunter lagernden Gesteine bestehen

nach den Aufschlüssen in der engen Schlucht der Galavesa an den Mühlen und in mehreren Steinbrüchen bei Calolzio aus grauen, erdigen, gelbverwitternden Sandkalk- und Mergellagen von der Beschaffenheit der tieferen Neocombildungen, ähnlich den Rossfeldschichten. Nur hier und da finden sich auch in diesen Reihen noch röthliche Färbungen. Fast so weit das Auge reicht, zeigt sich überall noch NW. Einfallen; nur in den äussersten Bergen in SO. wenden sich die Schichten gewölbeartig und senken sich dann flach nach S. ein.

Das Gebirge von Lecco bis Cololzio.



dd = Hauptdolomit. r = rhaetische Schichten; d = oberer Dachstein; e = La-Schichten; i = Juraaphichenschichten; n = Neocombildung.

Diese nur flüchtige Skizze der Gesteinsaufeinanderfolge und ihrer Lagerungsverhältnisse ist desshalb von so grosser Bedeutung, weil sie uns ein Beispiel einer über beträchtliche Gebirgstheile weggreifenden, in den westlichen Südalpen so seltenen überkippten Lagerung kennen lehrt, welche uns genau ein Ebenbild der Verhältnisse am Nordrande der Alpen vorführt. Ich bin, wie bisher, auch jetzt noch der Ansicht, dass wir es in der That am Südrande der Alpen mit einer jüngeren angelagerten Kalknebenzone zu thun haben, nach Analogie jener am Nordrande und es ist für mich auch desshalb schon unfasslich, die Alpenerhebung von einer einseitigen Lateralpressung abzuleiten. Angesichts

Digitized by Google

der eminenten Fächerfaltung der Schichten des Gotthardtunnels bin ich jetzt mehr als je überzeugt, dass die Bewegung der Alpenaufrichtung von Innen her aus der Centralkette nach Aussen drückend gewirkt hat, indem sie in den mittleren Gebirgstheilen vorherrschend emporschiebend, nach dem Rande hin aber vorschiebend und überschiebend thätig war, nicht etwa in Folge des Aufdrängens innerer Feuerfluthmassen oder vulkanischer Hebungen, sondern in Folge der Contraction gewisser tiefer Krustentheile, wodurch die oberen Gesteinsmassen auf kleinen Raum zusammengezogen, in Falten gelegt und emporgestaut wurden.

5. Das Gebirge von Lugano.

Wir verlassen das engere Gebiet des Comer See's, um noch einen Blick auf die höchst merkwürdige Umgebung von Lugano zu werfen, welche, seit die Geologie zur Wissenschaft geworden ist, nicht aufgehört hat, der Zielpunkt geologischer Forschungen zu sein. Und doch bieten sich hier noch dunkle Punkte genug, welche einer weiteren Aufhellung bedürfen. Es wird dies am deutlichsten, wenn man einen vergleichenden Blick auf die geologischen Karten dieser Gegend wirft, wie es schon früher angedeutet worden ist. Es sind hier nicht bloss die in grossen Massen hervorgebrochenen Porphyre, sondern selbst das herrschende Grundgebirge, das Conglomerat von Manno und die Dolomite von St. Salvatore, welche zu sehr verschiedenartiger Auffassung Veranlassung gegeben haben.

Was zunächst das Grundgebirge anbelangt, welches allerdings zunächst bei Lugano durch mächtigen Glacialschutt häufig dem Auge entgegen ist, so herrscht in demselben der Schiefer vor, welcher früher Glimmerschiefer genannt, neuerlich als Glimmmerquarzit, auch als Sericit- und Casannaschiefer aufgeführt wird. Im grossen Ganzen finde ich das vorherrschende Gestein übereinstimmend mit dem Phyllyt

Digitized by Google

ausseralpiner Gebirge mit den diesem meist begleitenden und ihm eingebetteten quarzitischen, chloritistischen, selbst gneissartigen Zwischenlagen. Dabei kommen allerdings häufig auch hellfarbige, stark glimmerglänzende Schiefer vor, bei welcher in der That sogar sich wie bei dem typischen Glimmerschiefer, einzelne Glimmerschüppchen loslösen und sich biegen lassen, ohne zu brechen. In der Regel ist jedoch dieser Glimmerglanz nur von der sericitartigen Beimengung erborgt, welche nicht selten die Oberhand über die chloritischen Bestandtheile erlangt. Der vorherrschende Charakter des glimmerigen Schiefers bei Lugano besteht jedoch darin, dass eigentliche Glimmerblättchen sich nicht abspalten lassen, sondern dass man dünne Spaltstückchen erhält, die sich nicht elastisch biegen, und bei dem Versuche, sie zu biegen, leicht zerbrechen.

Auch erleiden diese Schiefer unter Luftabschluss mit Chlorwasserstoffsäure längere Zeit behandelt eine theilweise Zersetzung und man erhält eine an Eisenoxydul reiche Lösung, welche sich wie die bei der Zersetzung ausseralpiner Phyllite durch Salzsäure erhaltene Lösung eines chloritartigen Bestandtheils verhält.

Es ergibt sich als theilweises Zersetzungsprodukt durch kochende Chlorwasserstoffsäure 24% der Substanz, welche nach dieser Behandlung weiss, perlenartig schimmert. Die zersetzte Substanz enthält in Procent:

Kieselsäure	25,00
Thonerde	16,66
Eisenoxyd	25,41
Eisenoxydul	12,80
Manganoxydul . . .	Spur
Kalkerde	2,09
Bittererde	4,44
Alkalien	2,50
Wasser	10,44
	99,34

Digitized by Google

Daraus geht die Aehnlichkeit der Substanz mit dem Phyllochlorit der Phyllite hervor, während der zurückbleibende Rest eine Menge von Quarz und eine glimmerig sericitische Masse darstellt.

Auch in Bezug auf die linsen-, streifen- und flaserförmige Ausscheidung von Quarz verhalten sich die Schiefer bei Lugano dem Phyllite ganz gleich. In Querdünnschliffen bemerkt man die charakteristische, streifig flaserig linsenförmige Art der Zusammenlagerung der Gemengtheile. Während der Quarz kleine linsen- oder streifenförmige Lagen ausmacht, bildet der glimmerig sericitische Gemengtheil wellig flasrige Streifen, die wie ein aufgedrehtes Seil fein gefasert erscheinen. Die chloritische Beimengung endlich findet sich in kleineren und grösseren Schuppen, welche theils in besonderen Zwischenlagen, theils verwachsen mit den übrigen Gemengtheilen an der Zusammensetzung des Gesteins sich betheiligen. Die sonst charakteristischen Bellonite der krystallinischen Schiefer konnte ich nicht wahrnehmen. Auch stimmen sie darin mit diesen überein, dass sie mit chloritischen und hornblendischen Zwischenschichten wechsellagern. Selbst graphitische Einlagerungen kommen vor z. B. am Fusse des Mt. S. Salvatore. Wenn vollständig glimmerschieferartige Schichten gleichfalls nicht fehlen, so nehmen sie doch gegenüber dem mehr zum Phyllit sich hinneigenden vorherrschenden Gestein eine untergeordnete Stellung ein. Doch muss zugegeben werden, dass eine strenge Grenze zwischen glimmerigem Phyllit und Glimmerschiefer in der Natur nicht besteht, um so weniger, da beide Bildungen in einander übergehen. Es ist daher vom geologischem Standpunkte weniger Gewicht darauf zu legen, solche verwandte krystallinische Schiefer dem Glimmerschiefer oder dem Phyllit zuzuweisen.

Von Bellinzona herkommend sehen wir am Aufsteig zum Monte Cenere vorwaltend ächten Glimmerschiefer, durch

Digitized by Google

welchen auch grösstentheils der Tunnel getrieben wird. Die Schichten fallen mit bemerkenswerther Beständigkeit in St. 9—10 nach SO. ein. In diesem Schichtencomplexe liegen nun häufig Bänke gneissartigen und quarzitischen Gesteins. Sie werden vorzugsweise aufgesucht, um aus ihnen brauchbares Material für die Ausmauerung gewisser Theile des Monte Cenere-Tunnels zu gewinnen. Man bemerkt hier selbst granulitähnliche, durch Granaten gekennzeichnete, hellfarbige Abänderungen. Oben auf der Wasserscheide gegen den Luganer See zeigen sich Gletscherschliffe in grossartigem Maassstabe, wie denn rings alle Berge bis zu einer bestimmten Höhe in Form von Rundbuckeln vom Gletscher bearbeitet und abgeschliffen erscheinen. Hier vollzieht sich auch nach und nach der Uebergang in quarzitische Lagen und in Phyllit, wobei sich zugleich eine Schichtenwendung ergiebt. Quarzreicher Glimmerphyllit in der Nähe des Bahnhofs Lugano fällt in St. 3 mit 55° nach N. Ebenso ist das vorherrschende Einfallen in dem tiefen Bahneinschnitte, in welchem ausgezeichnete chloritische Lagen sich einstellen, ein nördliches bis Lamone, wo der quarzige Phyllit in St. 4 streichend wellig gebogen sowohl nach NW. wie SO. sich neigt.

Doch ist diese Lagerung nicht constant. An dem Seeufer bei Cassarago O. von Lugano beobachtete ich an dem glimmerreichen Phyllit mit Quarzlinsen ein Einfallen in St. 7 unter 25° nach SO. Bemerkenswerth ist, dass hier dieses Gestein rasch in einen ausgezeichneten dioritischen Hornblendeschiefer verläuft, dessen Einfallen in St. 6 unter 35° nach O. nahezu mit jenem des Phyllits übereinstimmt. Ihm folgt dann bei der Villa Tynemouth wieder glimmeriger, granatführender Phyllit. Am Fusse des Mt S. Salvatore bei Paradiso steht glimmeriger Phyllit mit schwärzlichen, graphitischen Zwischenlagen an, der erst in St. 5 mit 75° nach SW. einschiesst, dann etwas höher aber nach NO. sich umbiegt.

Digitized by Google

Als das zunächst auf dieser Schieferunterlage abgesetzte Gebilde muss das grobe graulichweisse Conglomerat von Manno NW. von Lugano am Agnothalrande bei Lamone gelten. Nach den von Heer[16]) vorgenommenen Bestimmungen der in dem rohen Material nur dürftig erhaltenen Pflanzenreste nämlich:

Sigillaria testulata Brgn.
„ *elongata* Brgn. und
Calamites Cisti Brgn

wäre dieses Gebilde als mittelcarbonisch anzusehen.

Was die Lagerungsverhältnisse betrifft, so bieten diese wenig Bemerkenswerthes. Kommt man von Lugano über Biaggio, so findet man hier allseitig glimmerigen Phyllit mit quarzitischen und selbst gneissartigen Einlagerungen als Grundgebirge mit nach N. einfallenden Schichten. Auch der ganze Vorberg zwischen Biaggio und Manno, welchen die Spreafico - Taramelli'sche Karte als V = Verrucano angiebt, besteht nur aus diesem älteren Schiefer. Zwischen Manno und dem ausgedehnten Steinbruche, in welchem gegenwärtig in grossartigem Maassstabe für die Zwecke der Eisenbahn Steine gebrochen werden, steht in dem Wasserriss als unmittelbar Liegendes glimmeriger Phyllit in St. 9 mit 53° NW. einfallend an. Die mächtigen Bänke des groben grauen Conglomerats besitzen nahezu gleiches Einfallen in St. 9—10 mit 35° nach NW., oben auf der Höhe in St. 10 mit 45° nach NW. Die groben Rollstücke der Conglomeratbänke bestehen vorherrschend aus Quarz und verschiedenen Urgebirgsfelsarten, soviel ich beobachten konnte mit Ausschluss von Porphyr. Einzelne Zwischenlagen sind mehr sandig, von feinerem Korn, gleichfalls vorherrschend grau, zuweilen jedoch aber auch röthlich gefärbt. Eigent-

16) Flora foss. Helvetiae p. 41, 42 und 47; dann Urweld der Schweiz II. Aufl. S. 14.

liche thonige Zwischenlagen, die zum Auffinden besser erhaltener Pflanzenreste würden Hoffnung geben, fehlen durchaus. Auch das Wenige von Pflanzenresten, welches im feinern Sandstein sich findet, ist undeutlich, und nur in dem groben Conglomerate bemerkt man Stämme mit Kohlenrinde, die zu der oben erwähnten Bestimmung von Heer gedient haben werden. Ich durchsuchte den ganzen Abhang gegen eine alte Kapelle oberhalb Manno und Ruve, ohne auf andere jüngere Ablagerungen zu stossen, welche mit dem Conglomerat von Manno in Verbindung stehen würden. Erst in dem tiefen Wasserriss gegen Gravesano zeigten sich rothe, sandige Schiefer, rothe und grüngraue Sandsteine voll von Wülsten, ähnlich den von Bohrmuscheln erzeugten Eingrabungen, dann intensiv rothe Lettenschiefer, dem Servino entsprechend und grünliche, gelbverwitternde Sandmergel. Diese Gebilde entsprechen unzweifelhaft dem Complex der Schichten, welche wir in den Bergamasker Alpen über den Collio-Schichten als Grödener Sandstein und Seisser Schichten angesprochen und dem Buntsandstein gleichgestellt haben. Es ist sehr bemerkenswerth, dass also auch bei Lugano die tiefen oder älteren vorherrschend grauen carbonischen Gesteine getrennt von den jüngeren der vorherrschend rothgefärbten Reihe aufzutreten pflegen. Wenn mit irgend einer Bildung, so lässt sich das Manno-Conglomerat nur mit dem tiefsten der Collio-Schichten in Parallele setzen.

Mit dem rothen Sandstein steht übrigens auch noch das Vorkommen eines rothen, bläulichrothen und gelblichen pechsteinartig ausgebildeten Porphyrs in Verbindung, von dem zahlreiche eckige Bruchstücke in dem Wasserrisse liegen; anstehend mag sich der Porphyr am Ausgang des Grabens finden, wo die Karte von Taramelli einen solchen anzeigt.

Weder das Mannoconglomerat noch der rothe Sandstein streicht hier in NO. Richtung über das Thal. Der

Digitized by Google

kleine Hügel bei Grumo und der hohe Berg bei Lamone von S. Zenone besteht nicht aus diesen Schichten, wie die eben erwähnte Karte fälschlich anzeigt, sondern aus quarzigem und glimmerigem Phyllit.

Wenden wir uns von Lugano südwärts, so stehen wir zunächst vor dem in hohem Grade interessanten Berg St. Salvatore. An seinem Fusse treten, wie schon erwähnt wurde, zwischen Paradiso und S. Martino glimmerige Phyllite mit wellig gewundenen Schichten nach St. 5 mit 75° S. und mit St. 5 nach N. fallend zu Tag. Eine Lage zeichnet sich durch schwärzliche Farbe und graphitische Beimengung aus. Dieses Gestein ist plötzlich scharf abgeschnitten und es erscheint nun daran angelehnt ein mächtiges System rother Gesteine und zwar zunächst rothes Conglomerat, dann wechsellagernd rother, buntgefärbter Sandstein und rother Lettenschiefer. Ein grosser Steinbruch legt diese Schichten in ausgiebiger Weise bloss. Die Schichten fallen erst in St. 1 mit 80° steil nach N. ein, setzen an einen Bruch ab und fallen nun in St. 2 mit 85° südlich ein; legen sich aber in südlicher Richtung sehr rasch flacher und neigen sich dann unter 55° in St. 3 nach SW.

Die theils intensiv rothen, theils grauen Sandsteinschiefer enthalten dieselben Wülste, wie sie bei Manno-Gravesano oben erwähnt wurden, Wellenfurchen und Austrocknungsrisse, welche sie als Strandbildung kennzeichnen. Eine zwischenlagernde weisse Sandsteinbank erinnert an die Neumarkter pflanzenführende Schicht, wie denn einzelne, aber sehr undeutliche Pflanzenreste, darunter kenntlich nur *Equisetum* spec. in mehreren Streifen sich zeigen. Man glaubt sich ganz in eine ausseralpine Buntsandsteingegend versetzt, so ähnlich sind diese Gesteine den mitteldeutschen Bildungen.

Noch muss bemerkt werden, dass die tiefsten Conglomeratbänke Phorphyrrollstücke enthalten und durchaus

Digitized by Google

dem Mannoconglomerat nicht gleichen, das hier wahrscheinlich fehlt.

Verfolgt man nun die Sandsteinbildung weiter nach dem Hangenden zu, so gehen diese nach und nach, aber sehr deutlich über erst in ungleichförmig aufruhende dolomitisch sandige Schichten von graulicher und röthlicher Färbung (Stellvertreter der Seisser-Schichten) und endlich in mehr oder weniger rein schwärzlich grauen und lichteren, stark zerklüfteten Dolomit. Dieser enthält in der Nähe eines Bahnwärterhäuschens zahlreiche *Crinoideen* und jene organische Einschlüsse, welche schon von früherer Zeit her [17]) bekannt, das Gestein unzweideutig als Muschelkalk kennzeichnet.

Es genügt unter diesen von Lavizzari [18]) und Stabile [19]) gesammelten Muschelkalkversteinerungen als beweisgültig nach Merian's Bestimmungen anzuführen:

Terebratula vulgaris
„ *angusta.*
Spririfer fragilis
Pecten inaequistriatus
Myophoria curvirostris (auch durch Hauer bestätigt)
Encrinus liliiformis.

Dieselbe *Crinoideen*-reiche Bank fand ich auch als eine der ersten unter dem Gehängeschutt frei zu Tag tretenden Schichten auf dem Weg zum Mt. S. Salvatore oberhalb Pazzollo.

Gegen die Richtigkeit dieser Annahme erhoben sich aber bald grosse Bedenken, als durch das fleissige Sammlen

---

17) F. P. Merian, Verhandl. d. naturf. Ges. in Basel I für 1855 S. 84 und II für 1855 S. 314 u. 319; Fz. v. Hauer Sitz. d. Ak. d Wiss. in Wien 1855 XV Nr. 7.

18) Atti d. soc. elvet. d. sc. natur. riunita in Lugano 1860. (1861) p. 13.

19) Daselbst p. 139 u. Verh. d. naturf. Ges. in Basel, 1. Heft S. 84.

Digitized by Google

von Versteigerungen am Mt. S Salvatore neben den Muschelkalkarten auch zahlreiche Formen von Esino gefunden wurden. Soll man annehmen, dass am Mt Salvatore Muschelkalk und Esinoversteinerungen vereinigt miteinander vorkommen?

Sehen wir uns zunächst das Profil an der Strasse S. von St. Martino weiter an, so beginnt nahe über dem noch regelmässig gleichförmig mit dem rothen Sandstein in St. 3 mit 55° SW. einfallenden *Crinoideen*-reichen Dolomit leider sogleich mächtigen Gehängeschutt das anstehende Gestein längs der Strasse zu verdecken. Nur hoch am Gehänge sieht man die weissen Felswände sich steil erheben. In diesem von den oberen Theilen des Mt. Salvatore herabgebrochenen Schutt nun kommen in der That zahlreiche Versteinerungen von Esino vor, z. B. *Chemnitzia Escheri*; *Ch. gradata*; *Ch. obliqua*; *Ch. exilis*; *Ch. concava*; *Natica Meriani* u. s. w. neben manchen eigenthümlichen Formen und nicht hieher gehörigen Arten wie z. B. *Halobia-Lommeli*; *Avicula exilis* u. s. w. Ich fand nicht selten auch *Gyroporella annulata*. Es ist demnach doch wohl nicht zweifelhaft, dass die Hauptmasse des Bergs aus Esino-Dolomit zusammengesetzt sei. Beobachtet man nun die Gesteinsmassen, welche die höheren Felsen zusammensetzen, aufmerksamer, so erkennt man deutlich einen plötzlichen Wechsel in der Gesteinslagerung, der sich nahe oberhalb des Crinoideendolomits vollzieht. Dies bestätigen auch direkte Beobachtungen an dem Weg zum Berggipfel, an welchem die höherenDolomitschichten in St. 7 mit 45° nach W. einfallen.

Ich bin daher zur Annahme gelangt, dass trotz der petrographischen Aehnlichkeit zwischen dem *Crinoideen*-reichen Muschelkalkdolomit am nördlichen Gebirgsfusse und dem Esinodolomit des höheren Bergtheils dennoch eine strenge Scheidung zwischen beiden stattfinde und dass nur in

Digitized by Google

Folge einer Dislokation an einer grossartigen Verwerfungsspalte, welche etwa von St. Martino beginnend in SW. Richtung über Carabbia und Ficino-Brusim piano fortzieht, die beiden Dolomite unmittelbar zusammenstossen, während der sonst dem Muschelkalk auflagernde schwarze Varannakalk und die Perledoschichten, wenn diese hier überhaupt noch entwickelt sind, überschoben und bedeckt an der Oberfläche nicht mehr zu Tage treten. Wenn man daher nur längs der Strasse von Lugano nach Melide und in den Schutthalden sammelt, ist es leicht erklärlich, dass Muschelkalk- und Esinoversteinerungen vermengt gefunden werden. Diese Schuttüberdeckung hält gegen Melide bis nahe zum Bahnwärterhäuschen Nr. 6 an. Hier taucht ein Zwickel schwärzlicher Lettenschiefer und grauer Sandsteine in wirrer Lagerung empor, bedeckt einerseits von einer Reibungsbreccie, andererseits durchbrochen von dem nun sich mächtig hervordrängenden Porphyrgestein. Zunächst an der Gesteinsscheide zeigt sich eine hellfarbige thonsteinartige Masse, welche zahlreiche schwärzliche Bröckchen breccenartig einschliesst. Dann folgt das schwarze Gestein, welches unter der Bezeichnung schwarzer Porphyr von Lugano bekannt ist. Etwa dem Bahnwärterhäuschen Nr. 6 gegenüber ist darin ein Steinbruch angelegt, durch welchen zwischen dem schwarzen Gestein eingeschlossene Lagen von Sandstein und Conglomerate entblösst werden. Diese deutlich geschichteten Bänke sind dunkelfarbig, mit einem Stich in's Röthliche, stark verändert und offenbar von der aufsteigenden eruptiven Masse eingeschlossen und verändert worden. Sie dürften vielleicht der Reihe des Mannoconglomerats angehören.

Das schwarze Gestein hält nun über Melide hinaus gegen Morcote auf eine weite Strecke aus und nur spärlich zeigt sich endlich der typische rothe Porphyr, welcher deutlich gangartig aufsteigt. Etwa halbwegs gegen

Morcote beginnt wieder glimmeriger Phyllit, der hier am ganzen Rande des See's bis gegen Ficino anhält. Durch diesen krystallinischen Schiefer setzen nun vor Morcote zahlreiche nicht sehr mächtige Porphyrgänge in prachtvoll entblössten Profilen hindurch. Bald sind es quer durch die Schichten des krystallinischen Schiefers aufsteigende schmale Gänge, von denen aus nur kurze Ausläufer seitlich ins Nebengestein, meist sich zwischen die Schichtenblättchen vordrängend abzweigen, bald kuppenförmig abschliessende Enden breiterer Gänge, an deren Rande die Schiefer in gleichsam gekräuselten Falten zusammengeknickt erscheinen. Die mechanische Pressung, welche hier das Eruptivmaterial auf das Nebengestein ausgeübt hat, lässt sich nicht verkennen. Welcher materielle Einfluss dabei gleichzeitig stattgefunden habe, ist desshalb schwieriger zu beurtheilen, weil der Schiefer längs der Berührung mit der Gangmasse offenbar secundär durch das an der Gesteinsscheide circulirende Wasser starke Veränderung erlitten hat und oft zu einem leicht zerreiblichen, thonigen Material zersetzt sich zeigt, welches keine Beurtheilung der primären, durch das Eruptivgestein etwa verursachten Einwirkung mehr gestattet. Bei Ficino in der tiefen Thaleinbuchtung, welche von dem See sich abzweigend gegen Pambio und Lugano zieht, begegnen wir wieder einem röthlichen Eruptivgestein, ähnlich dem allgemeiner verbreiteten rothen Porphyr, doch so eigenthümlich ausgebildet, dass es wohl Veranlassung zu der auf älteren Karten zum Ausdruck gebrachten Auffassung gegeben hat, dieses Gestein sei Granit. Sehr ähnlich ist diesem auch das rothe Gestein, welches auf der gegenüberliegenden Seeseite bei Brusim piano ansteht und mit Unterbrechungen bei Valgana und bei Brinzio vorkommt, während das schwarze Eruptivgestein mehr in SO. und O. sich ausbreitet und hier namentlich bei Maroggia und Rovio ganz unzweideutig in demselben g a n g a r t i g eingedrungenen

Digitized by Google

rothen Porphyr einschliesst, wie das Studer schon 1833 richtig beobachtet hat.

Diese für das beobachtende Auge an der rothen und dunklen Färbung leicht zu unterscheidende zwei Porphyr-Arten zogen schon in früherer Zeit die Aufmerksamkeit auf sich und gaben zu verschiedenen Deutungen Veranlassung. Von den älteren Ansichten mögen als die historischen interessantesten jene L. v. Buch's[20]) hier eine Erwähnung finden, welcher zwischen rothen quarzführenden Porphyr und jüngeren schwarzen Porphyr, ähnlich dem Melaphyr in Südtirol, unterschied. Neuerlich haben sich Negri und Spreafico[21]) mit der näheren Untersuchung dieser Eruptivmassen beschäftigt und gelangten zu der Annahme, dass beide Gesteine selbst mit Einschluss des granitartigen Gesteins von Figino nahezu gleichalterig seien, so dass beide Gesteine auf der die Abhandlung begleitenden Karte mit einer Farbe angedeutet sind. Abgesehen von den vielen werthvollen Detailangaben, welche die Verfasser in dieser Abhandlung niederlegen, vermisst man in ihrer Darstellung der petrographischen Verhältnisse dieser Gesteine die Berücksichtigung der durch die Wissenschaft neuerlich gebotenen Unterscheidungsmittel. Es hat sich daher ganz mit Recht jüngst Studer[22]) gegen dieses Zusammenfassen der schon durch das blosse Auge leicht unterscheidbaren beiden Gesteinsarten in der Umgegend des Luganer See's ausgesprochen und eine mikroskopische, sowie chemische Untersuchung derselben veranlasst. Nach der Untersuchung Prof. Fischer's zeigt die Grundmasse des rothen Porphyrs

---

20) In Leonhard's Zeitschr. 1827 S. 289; dann in Leonh. u. Bronn's Jahrb. 1830 S. 320 und Abhandl. d. k. Ak. d. Wiss. in Berlin 1827. S. 205.

21) Mem. d. Istituto Lombardo d. Sc. e Lettre t. XI 1869.

22) Zeitsch d. d. geol. Gesellsch. Bd. 27. 1875. V. 417 u. ff.

keine Spur von Zwillingsstreifung und dürfte demnach als Orthoklas zu betrachten sein, während ölgrüne Stellen vielleicht einem Pinitoid angehören könnten. Auch in der Grundmasse des schwarzen Porphyrs und in den eingesprengten kleinen Kryställchen soll sich nur Orthoklas zu erkennen geben. Lauchgrüne, langgezogene Krystalle scheinen Hornblende zu sein, schwarze Körnchen erwiesen sich als Magnetit.

H. v. Fellenberg's chemische Analysen sehr frischen Gesteins, welches Studer aus dem Innern des Tunnels bei Maroggia entnommen hatte, ergaben folgende Zusammensetzung:

	I. Rother Porphyr aus dem Eisenbahntunnel bei Maroggia.	II. schwarzer Porphyr aus dem Eisenbahntunnel bei Maroggia.
Kieselsäure	71,74	61,67
Thonerde	12,60	16,38
Eisenoxyd	2,45	6,31
Kalkerde	2,30	2,57
Bittererde	1,24	3,02
Manganoxydul	0,84	0,30
Kali	4,14	4,22
Natron	3,41	3,65
Glühverlust	3,50	3,51
	102,22	101,43

P. v. Fellenberg berechnet demnach die Mineralzusammensetzung beider Gesteine und zwar

I. des rothen Porphyrs und II. des schwarzen Porphyrs aus

	I.		II.
Orthoklas	33,78		59,21
Oligoklas	27,01		30,35
Quarz	30,76		—
Eisenoxyd	2,40	Magneteisen	6,22
Wasser	0,93		1,23
Erdcarbonate	5,31		4,44
	100,19		101,45

Es ist wahrscheinlich diesem Nachweise zuzuschreiben, dass auf der erst jüngst erschienenen geologischen Karte der Schweiz Blatt Tessin, deren Publikation nach *Spreafico's* Tode Prof. *Taramelli* besorgte, beide Porphyre wieder getrennt als *rothe Quarzporphyre* und als *schwarzer Porphyr* dargestellt sind.

Am eingehendsten und gründlichsten hat sich in neuester Zeit *Michel-Lévy* in einer besonderen Abhandlung mit diesen Eruptivgesteinen des Luganer See's befasst, nachdem derselbe Gelehrte früher gelegentlich schon mehrfach dieselben erwähnt hatte. Er unterscheidet bei diesen Eruptivgesteinen des Luganer See's 3 wesentlich verschiedene Gruppen, nämlich

I. die *schwarzen Porphyre*, identisch mit den schwarzen Porphyren der Anthracitschichten der Loire, des Puy de Dome, von Morvan und der Vogesen.

II. Die *rothen Porphyre*, ganz ähnlich den Porphyren des Kohlengebirgs der Loire und von Morvan und endlich

III. die *braunen Porphyre und Pechsteine*, analog den permischen Porphyren von Esterel, Morvan, der Vogesen und Sachsens.

Die *schwarzen Porphyre* besitzen nach *Michel-Lévy* eine fluidale oder mikrolithische Grundmasse mit eingestreuten Krystallen von Magneteisen, Amphibol und meist nicht frischen, oft triklinen Feldspäthen, sind weder sauer noch basisch und zeigen weder eine sphärolithische Struktur, noch jene des Petrosilex. Manche enthalten auch als Zersetzungsprodukte des Amphibols Serpentin.

Die *rothen Porphyre*, welche theils eine compacte, theils durchaus krystallinische Grundmasse besitzen, enthalten Orthoklas und Plagioklas, dann chloritische oder Steatit-Beimengungen, schwarzen Glimmer und Quarz. Nach ihrer Struktur kann man 4 Varietäten unterscheiden, näm-

Digitized by Google

lich mikrogranulitische, mikropegmatische, sphärolithische und fein variolithische, wie sie bei den Porphyren von Alter der Steinkohlenformation in allen Ländern vorzukommen pflegen.

Die braunen Porphyre haben nur geringe Verbreitung (Cogliate, Grantola) und schliessen sich dem bekannten Pechstein innig an.

Die mir vorliegenden von mir selbst und von meinem Begleiter Hrn. Dr. v. Ammon gesammelten zahlreichen Proben von sehr verschiedenen Stellen des Luganer Porphyrgebietes ergaben bei näherer Untersuchung namentlich bezüglich der sog. schwarzen Porphyre von den bisherigen Schilderungen ziemlich abweichende Resultate, die ich kurz hervorzuheben für nöthig finde.

Bezüglich der rothen Porphyre stimmen meine Beobachtungen ziemlich mit jenen von Michel-Lévy überein. Unter allen mir vorliegenden Proben aus verschiedenen Fundstellen erscheint ein Gestein von Bissone für das unbewaffnete Auge am wenigsten angegriffen und verändert. Es besteht aus einer anscheinend bräunlich-rothen dichten Grundmasse mit reichlich eingestreuten mehr oder weniger rundlichen und eckigen Quarztheilchen, zahlreichen, meist ziegelrothen, zuweilen auch hellergefleckten, kleineren Feldspathprismen und fleischfarbigen bis weisslichen grösseren Feldspathausscheidungen und endlich mit ziemlich vielen schwärzlichen Glimmerputzen. Sehr viele der ziegelrothen Feldspathe zeigen deutlich die Parallelstreifung der Plagioklase, gehören also sehr wahrscheinlich dem Oligoklas an, der demgemäss sehr häufig beigemengt ist, während die hellfarbigen Feldspathe sowohl jene in grösseren Ausscheidungen, als auch die mit dem ziegelrothen Plagioklas verwachsenen zum Orthoklas gehören. Bei näherer Besichtigung erweist sich das Gestein trotz des äusseren Aussehen doch als ziemlich angegriffen, was schon durch viele ockerige Stellen (viel-

Digitized by Google

leicht zersetzter Schwefelkies) sich bemerkbar macht. Auch erweisen sich hellere Stellen, namentlich bei dem Plagioklas als Umwandlungen in eine weiche Steinmarksubstanz. Die Dünnschliffe bestätigen im Allgemeinen die gemachten Wahrnehmungen, geben aber bezüglich der Beschaffenheit der Grundmasse unerwartete Aufschlüsse. Diese ist nämlich nicht einfach kryptokrystallinisch, sondern mit zahllosen kleinen, radialfasrigen Kügelchen nach Art der Sphärolithe erfüllt, zwischen welchen nun zahlreiche kleinste Nädelchen von Feldspath, Schüppchen von Glimmer und feine dunkle Pünktchen durch eine kaum bemerkbare amorphe Metastasis verbunden sich zeigen. Bei den sphärolithischen Ausscheidungen ist i. p. L. das dunkle Kreuz meist undeutlich und fragmentär sichtbar; dafür treten facettenartige radicale Streifungen auf. Auch die meisten grossen wasserhellen Quarzausscheidungen sind von einer schmalen, radial streifigen Zone umgeben, enthalten viele Bläschen, feine Nädelchen (? Apatit) und rundliche Putzen der Grundmasse, welche meist noch mittelst eines Stiels mit der äusseren Umgebung zusammenhängen.

Durch Einwirkung von Chlorwasserstoffsäure wird wenig an dem Gestein verändert, nur dass der schwarze Glimmer sich völlig entfärbt.

Aehnlich verhält sich das in der Nähe bei Maroggia in unzweifelhaften Gängen den schwarzen Porphyr durchsetzende, durchaus ziegelrothe Gestein. Die Grundmasse zeigt sich bröcklich, dicht mit noch wenigen intensiv roth gefärbten Plagioklaskryställchen, zahlreichen, blass ölgrünen Steinmark-artigen Putzen und unrein bräunlichen Flecken und grossen wasserhellen Quarzkörnchen. Makroscopisch lässt sich weder Orthoklas, noch Glimmer erkennen. Die weiche Steinmarksubstanz scheint aus der Zersetzung des ersteren, die schmutzigbraune aus der Umwandlung des letzteren hervorgegangen zu sein. Auf den Klüften hat

sich Kalkspath angesiedelt, daher das Gestein mit Säure befeuchtet, schwach braust.

Auch die Dünnschliffe lassen u. d. M. eine sehr analoge Zusammensetzung wahrnehmen, nur dass die amorphe Metastasis fast ganz verschwunden ist und die schönstrahligen Sphärolithe, welche häufig Quarztheilchen umranden, deutlich das dunkle Kreuz zeigen; die sphärolithisch strahlige Struktur dringt selbst bis in die kleinen Perlchen vor, welche in den wasserhellen Quarzausscheidungen liegen. Unzersetzter Orthoklas lässt sich wenig auffinden; die wahrscheinlich früher von ihm eingenommenen Stellen besitzen im p. L. nur Aggregatfarben.

Am gegenüberliegenden Seeufer bei Ciona unfern Melide steht ein sehr hellfarbig fleischrother, quarzreicher, leider sehr zersetzter Porphyr an, in dessen Grundmasse nur einzelne grössere, gleichfalls hellfarbige Orthoklase und grosse wasserhelle Quarze mit krystallartigen Umrissen und ockrige oder schwarze Flecken, welche die Stelle des zersetzten Glimmers einzunehmen scheinen, liegen. Ziegelrother Oligoklas fehlt. In den Dünnschliffen löst sich die scheinbar dichte Grundmasse in eine mikrokrystallinische Masse mit wenig Nädelchen, aber viel unregelmässigen Körnchen von Quarz fast ohne Metastasis auf. Zeichen einer Bewegungsstreifung und einer sphärolithischen Ausbildung sind nur spurweise vorhanden. Die schwärzlichen, wolkenartig gruppirten drusigen Theilchen lassen sich (ausser Eisenocker und vielleicht Magneteisen) kaum einem bestimmten Mineral zuweisen. In einzelnen Fällen verhalten sich die schön grünen Häufchen wie Pistacit. Die zahlreichen Bläschen der Quarze enthalten hier Flüssigkeitseinschlüsse.

Diese Varietät verbindet mithin die verschiedenen Gruppen mit sphärolithischer und mikrolithischer Grundmasse.

Eine sehr bemerkenswerthe Varietät ist jene von Val-

Digitized by Google

gana N. von Varese. Es ist ein sehr lichtfarbiges, anscheinend dichtes Gestein mit kaum in die Augen fallenden Ausscheidungen von Quarz und Orthoklas. In den Dünnschliffen beobachtet man, dass die feinkrystallinische Grundmasse eine Menge von dunklen, staubähnlichen Theilchen umschliesst, welche häufig in eine sphärolithische Gruppirung sich vereinigen, hier und da selbst deutliche Sphärolithe bilden. Ausserdem ist der ausgeschiedene Quarz vielfach gradlinig umgrenzt, und meist in schmale, säulenförmige Leistchen entwickelt, die oft sternförmig sich gegen einander stellen. Wir haben es in diesem Gestein offenbar mit einer Zwischenform zwischen der sphärolithischen und jener merkwürdigsten aller Varietäten dieser Gegend zu thun, die Michel-Lévy die mikropegmatitsche nennt. Es ist dieselbe Struktur, welche Veranlassung gegeben hat, dass ein Theil dieser Porphyre früher als Granite angesprochen worden ist.

Es liegen mir von dieser Granit-ähnlichen Entwicklung von 2 Fundstellen Gesteinsstücke vor von dem vielgenannten Figino am Westarm des Luganer See's und von Brinzio N. von Varese.

Das drusige, rothe, schwarfleckige Gestein von Figino kann als Typus dieser Varietät gelten, welche durch Uebergänge ganz unzweifelhaft mit den übrigen Varietäten des rothen Porphyrs von Lugano untrennbar verbunden ist.

Das Gestein ist makroskopisch zusammengesetzt aus ziemlich grossen hellfarbig röthlichen Orthoklaskrystallen, die stellenweis durch wahrscheinlich aus deren Zersetzung hervorgegangene Putzen von grünlich-weissem Steinmark ersetzt werden, aus tiefrothem Oligoklas, dann aus wasserhellem Quarz und nur spärlich eingestreutem schwarzem Glimmer. Diese grösseren Krystallausscheidungen liegen in einer Grundmasse, die deutlich aus gleichen Mineraltheilchen zusammengesetzt ist. Gleichzeitig finden sich oft grosse Putzen von Brauneisenocker und schwarzer, Wad-

artiger Substanz eingestreut und das Gestein reichlich von zackigen Hohlräumchen unterbrochen, in welchen die Enden schön auskrystallisirter Feldspäthe und Quarze zum Vorschein kommen. Betrachtet man die Dünnschliffe, so tritt sofort die eigenthümliche, an den Schriftgranit erinnernde Ausbildung der kleinen Quarzkrystalle zwischen den meist undurchsichtigen Feldspaththeilchen deutlich hervor, welche in der That diese Varietät als eine Pegmatit-artige Entwicklung des rothen Porphyrs bezeichnen lässt. Bemerkenswerth ist bei dieser Art der Verwachsung, dass zuweilen die Feldspathsubstanz büschelförmig in die Quarzmasse hineinragt, was für eine nahezu gleichzeitige Verfestigung beider Mineralien zu sprechen scheint.

Das Gestein von Brinzio ist durchweg feinkörnig krystallinisch zusammengesetzt, ohne Hohlräume und besonders auffallende Krystallausscheidungen, jedoch mit ziemlich zahlreichen Putzen weisslicher, weicher Steinmark-ähnlicher Substanz versehen. Mit blossem Auge gewahrt man als Gemengtheile insensiv fleischrothen Feldspath, Quarz, grünlich schwarzen Glimmer und Schwefelkies. Nach den Dünnschliffen verbindet sich die bei dem Porphyr von Figino beschriebene, an Schriftgranit erinnernde Ausbildung der Gemengtheile mit einer oft sternförmigen Anordnung der Quarzlamellen und einer bis in das Kleinste oder in's Zellenförmige gehenden Verwachsung, wobei der feldspathige Gemengtheil weniger individualisirt und in einzelnen Krystalltheilchen abgegrenzt erscheint, zugleich eine Menge feiner dunkler Staubtheilchen umschliesst, die oft sphärolithisch gruppirt erscheinen. Diese Dünnschliffe bieten daher ein prachtvolles wechselndes Bild dar.

Diesen mehr oder wenig deutlich krystallinisch entwickelten rothen Porphyren stehen nun die theils intensiv rothen, theils dunkelblau-grauen und röthlichen Porphyre von pechsteinähnlicher Beschaffenheit gegenüber,

wie jene von Cugliate, Cunardo, Grantola [23]) und Gravesano, welche aber nicht, wie die Schweizer Karte angibt, zur Gruppe der schwarzen, sondern zu jener der rothen gehören. Denn ihre glasartige dichte Grundmasse besteht nicht bloss aus amorpher, meist mit Fluidalstreifen versehener Substanz, sondern enthält auch grössere Ausscheidungen von Quarzkörnchen, trübem Orthoklas und hellem Sanidin-artigem Feldspath nebst einer schmutzig dunklen, Pinit-ähnlichen Substanz, ausserdem sehr viele krystallinische kleinste Einsprengungen und, was wenigstens das Gestein von Gravesano anbelangt, zugleich auch zahlreiche Ausscheidungen von Quarz und Feldspath. Auch zeigt das Gestein oft Neigung zu einem Uebergang in eine sphärolithische Ausbildung. Alles dies weist auch dieser Varietät eine Stelle unter den rothen quarzreichen Porphyren an.

In Bezug auf die chemische Gesammtzusammensetzung glaubte ich neben der durch v. Fellenberg, wie vorhin erwähnt, vorgenommenen Analyse noch eine Reihe weiterer Gesteinsproben untersuchen [24]) zu sollen, um eine grössere Sicherheit in dem Ergebniss zu gewinnen und zwar von folgenden Proben, welche bereits im Vorausgehenden näher beschrieben worden sind:

I Aus einem deutlichen Gesteinsgang bei Maroggia (nicht aus dem Tunnel, wie das der v. Fellenbergischen Analyse) von sphärolithischer Textur (vorn beschrieben).

II. Von einem Gesteinsgange bei Bissone am Uebergang der Eisenbahn über den Luganer See von klein sphärolithischer Textur.

---

23) Vergl. Michel-Lévy: Bull. d. soc. geol. III Ser. 2 t. 1873—74 S. 195.

24) Die Analysen sind im chemischen Laboratorium des geogn. Bureaus, grösstentheils vom Hrn. Ass. Ad. Schwager gemacht worden.

III. aus einer Kuppe N. von Brinzio bei Varese von feinkörniger und Mikropegmatit-artiger Textur.

IV. aus einem Steinbruche bei Figino auf der Ostseite des Westarms des Luganer See's von Mikropegmatit-Textur.

V. aus einer Kuppe W. von Gravesano und Manno von Pechstein-ähnlicher Textur.

	I	II	III	IV	V
Kieselerde	74,64	71,84	75,04	74,56	76,40
Thonerde	14,64	16,32	13,12	13,52	12,00
Eisenoxyd	1,12	3,32	2,12	2,04	1,25
Kalkerde	1,01	0,36	0,40	0,32	0,25
Bittererde	0,72	0,52	0,34	0,44	0,75
Kali	4,01	4,32	6,32	4,94	4,00
Natron	2,36	2,13	2,44	3,48	2,00
Wasser- u. Glühverlust	2,12	1,48	0,76	0,64	2,25
	100,62	100,29	100,54	99,94	98,90

Es erweist sich demnach der hohe Kieselsäuregehalt als ein constanter Charakter dieser rothen Porphyre während die sehr geringe Menge Bittererde eine schwache Betheiligung von schwarzem Glimmer verräth. Das Verhältniss von Kali zu Natron entspricht ungefähr auch dem Verhalten der Feldspathe in den Dünnschliffen, wobei jedoch das Uebergewicht der Orthoklasbestandtheile wohl hauptsächlich der Grundmasse zufällt. Ein Theil der Kalkerde dürfte gleichfalls als zur Oligoklas-Zusammensetzung gehörig zu betrachten sein. Das Eisenoxyd ist als Farbe gebendes Princip anzusehen und wechselt so ziemlich nach dem Grad der Intensität der rothen Färbung. Das

Wasser endlich scheint der Hauptsache nach an die Substanz gebunden zu sein, die fast bei keiner Form unserer rothen Luganer Porphyre fehlt und als ein Zersetzungsprodukt von Feldspath sich vor dem Löthrohr genau wie jenes weiche Mineral aus der Gruppe des Steinmarks verhält, welches, weil es sich fettig anfühlt, so häufig mit Speckstein verwechselt wird.

Viel gleichartiger in Bezug auf ihre Zusammensetzung und ihre Struktur verhalten sich scheinbar die schwarzen Porphyr-artigen Gesteine aus der Umgegend des Luganersee's. Es sind durchweg grünliche oder röthlich graue, kaum typisch porphyrisch aussehende Gesteine mit anscheinend dichter Grundmasse und wenig gegen die Grundmasse abstechenden Einsprenglingen von helleren Feldspath-, dunkelgrünen, Hornblende-ähnlichen Kryställchen, meist auch von einzelnen Glimmerblättchen, selten deutlichen Quarzkörnchen und kleinen, dem unbewaffneten Auge kaum unterscheidbaren Magneteisentheilchen. Auf dem Bruch sieht das Gestein z. B. aus dem Eisenbahntunnel ungemein frisch und unzersetzt aus. Und doch ist die erlittene Umänderung eine sehr bedeutende.

Sehen wir zunächst die weit vorherrschende Grundmasse in Dünnschliffen näher an, so finden wir dieselbe fast durchweg fein krystallinisch zusammengesetzt, und nur selten, wie in den Proben von Brinzio, mit spärlicher amorpher Metastasis versehen. Die mikro-krystallinischen Gemengtheilchen bestehen aus kleinen Nädelchen, von welchen einzelne so gross werden, dass sie in p. L. die Parallelstreifung der Plagioklase erkennen lassen, dann aus unbestimmt begrenzten, i. p. L. nur in blauen und gelblichen Tönen gefärbten Theilchen, wie Orthoklasmassen es zeigen, weiter aus kleinen grünen Fleckchen oder Blättchen (nicht Nädelchen) von einer, wie es scheint, chloritischen Substanz, ferner aus mehr oder weniger deutlichen, scharf um-

Digitized by Google

grenzten Blättchen braunen Glimmers und endlich aus schwarzen pulverigen Körnchen von Magneteisen. In dieser Grundmasse liegen nun zahlreiche, erst in den Dünnschliffen durch ihre helle Farbe und Durchsichtigkeit grell hervortretende Kryställchen von scharf ausgeprägten Umrissen, die jenen der Feldspathe entsprechen. Viele der kleineren dieser Einsprenglinge sind wasserklar und erweisen sich i. p. L. sehr deutlich als Plagioklas; andere und zwar die meisten grösseren sind durchaus verändert und zwar, was für die Gesteinsart sehr charakteristisch ist, in der Art umgewandelt, dass das Innere der Kryställchen häufig i. p. L. eine bunte Aggragatfärbung zeigt und nach aussen am Rande von einer hellen durchsichtigen Substanz breit umsäumt ist Dieser Saum ist zuweilen parallelstreifig und zeigt i. p. L. die Farbenstreifung von Plagioklas, zuweilen ist er aber auch concentrisch gestreift und dann i. p. L. so buntfarbig, wie Quarz Bei schief auffallendem Lichte bemerkt man an nicht bedeckten Dünnschliffen stark glasglänzende Streifchen, wie sie der Quarz besitzt und ich glaube mich nicht zu irren, wenn ich diese randlichen Ausscheidungen für secundärgebildeten Quarz anspreche. Nur selten haben einzelne Feldspathe die Natur von Orthoklas beibehalten. Es scheint mithin, dass in diesem schwarzen Gestein die häufig vorhandenen reicheren Orthoklaseinschlüsse zersetzt und aus dieser Zersetzung eine Neuansiedelung von Plagioklas und Quarz hervorgegangen sei, obwohl auch schon ursprünglich Plagioklas und zwar in reichlicher Menge vorhanden war.

Eine weitere porphyrartige Einsprengung besteht aus streifigen grünen Mineralmassen mit dem Charakter und Umrisse von Amphibolkrystallen. Auch zeigt sich die grüne fasrig längsgestreifige Substanz ziemlich stark dichroitisch, ohne aber ganz die Natur der Hornblende zu besitzen. Merkwürdigerweise wird diese grüne Substanz,

Digitized by Google

sobald man die Dünnschliffe mit Salzsäure behandelt, vollständig zersetzt, man erhält eine Eisenoxydul-reiche Partiallösung und einen amorphen weissen opaken Rückstand. Dergleichen grüne, ebenso leicht zersetzbare Einmengungen, aber von unregelmässigen, mehr rundlich abgegrenzten Formen finden sich ausserdem sehr häufig noch überdies in der Grundmasse und diese sind es, welche neben dem Magneteisen dem Gestein die dunkle Färbung verleihen. Diese grüne Substanz verhält sich genau wie der Chloropit (Viridit)[25] z. B. der Diabase und muss unbedenklich als ein Zersetzungsprodukt angesehen werden, theils von Hornblende, welche nach der Einwirkung der Salzsäure hier und da noch spurweise erhalten ist und ausserdem durch die Krystallumrisse und die längsfasrige Beschaffenheit der aus ihr entstandenen Chloropitsubstanz ziemlich sicher als solche erkannt werden kann, theils vielleicht durch Umbildung von Glimmer und Zwischensubstanz entstanden ist. Bei diesen Theilchen bemerkt man zuweilen eine radialfasrige Struktur. Häufig sind die hieher gehörigen Krystalle rings am Rande von einer schwarzen körnigen Masse umsäumt, die nur theilweise aus Magneteisen besteht, weil sie durch kochende Salzsäure nicht völlig gelöst wird. Es ist bemerkenswerth, dass die kleinsten grünen Theilchen, die oben als Gemengtheile der Grundmasse angegeben wurden, bei Behandeln mit Salzsäure auch nicht vollständig zersetzt werden, ebensowenig wie viele der schwarzen Eisentheilchen, vermuthlich, weil sie trotz der Dünne der Blättchen doch noch allseitig von feldspathiger Substanz dicht umschlossen werden, welche sie vor der Einwirkung der Säure schützt. Die meist spärlichen grösseren Blättchen stark dichroitischen, braunen Glimmers werden von Säuren ebenfalls entfärbt, so dass die

25) Michel-Lévy scheint diese Substanz für Chlorit und Serpentin anzusehen.

Dünnschliffe und das feine Pulver nach Behandeln mit kochender Salzsäure ganz hellfarbig, schwach röthlich-weiss erscheint. Der Gehalt an Magneteisen wird an den Metallglanz auf den Schliffflächen und durch das Ausziehen mittelst der Magnetnadel erkannt. Ebenso wurde auf das bestimmteste das, wenn auch spärliche Vorhandensein von Quarzkörnchen constatirt. Auch feinste Nädelchen von Apatit kommen vor und in dem Gestein von Brinzio auch Streifen von Epidot. Dass wir es hier mit keinem eigentlichen Porphyre zu thun haben, fällt uns schon an der Aeusserlichkeit des Gesteins in die Augen. Die mikroskopische Untersuchung lehrt aber noch bestimmter, dasselbe vom typschen Porphyre unterscheiden und weist es der Gruppe der Porphyrite zu, unter welchen es wegen seines namhaften Orthoklasgehaltes zunächst dem von mir aus dem Fichtelgebirge beschriebenen Palaeophyr [26]) sich anreiht und als solcher bezeichnet werden kann.

Von diesem Porphyrite wurden bereits mehrere Analysen ausgeführt, unter welchen namentlich die durch H. v. Fellenberg vorgenommene und von Studer mitgetheilte uns den Charakter des Gesteins kennen lehrt. Immerhin erschien es mir wünschenswerth, um Vergleiche anstellen zu können, noch mehreren Proben von verschiedenen Fundstellen einer chemischen Analyse zu unterziehen.

Es wurden hierzu die im Vorausgehenden bereits näher beschriebenen Gesteine von folgenden Fundstellen gewählt:

I. aus dem mächtigen Stock bei Maroggia.

II. aus dem benachbarten Vorkommen bei Bissone.

III. aus der Nähe von Brinzio, Aufsteig gegen Maria del Monte.

---

26) Geognost. Beschreibung von Bayern III. Bd. Das Fichtelgebirge S. 188 Tafel 14.

Digitized by Google

IV. aus der Gegend von Rovio.
V. nahe bei Melite an der Eisenbahn.

Bestandtheile	I	II	III	IV	V
Kieselsäure	61,52	64,08	50,28	59,52	61,84
Thonerde	19,96	19,52	19,24	13,02	14,60
Eisenoxyd	1,78	4,24	7,92	11,08	6,68
Eisenoxydul	3,16		1,98		
Kalkerde	3,36	3,40	4,21	1,90	4,48
Bittererde	2,72	1,84	6,09	4,60	2,75
Kali	3,24	3,16	3,24	3,86	2,92
Natron	3,28	2,52	2,81	3,02	5,52
Kohlensäure	0,56	—	0,40	1,16	0,36
Wasser- und Glühverlust	1,86	1,76	3,56	2,16	1,76
	100,60	100,52	99,73	100,32	100,91

Die bemerkenswerthesten Verschiedenheiten treten im Kieselsäuregehalt hervor. Dies rührt z. Th. von der mehr oder weniger grossen Seltenheit an Quarzkörnchen her, die fast nur zufällig zu sein scheint. Weiter ist auch Eisenoxyd in verschiedenen Verhältnissen vorhanden. Abgesehen von der Verschiedenheit des Gehaltes an Magneteisen hängt der Mehrgehalt auch von einem grösseren Grade der Zersetzung ab und steht daher im Zusammenhang mit dem höheren Gehalt an Wasser, wie dies die Analyse III erkennen lässt.

Am bemerkenswerthesten ist das Verhalten der grünen Zwischensubstanz, welche wenigstens theilweise als Zersetzungsprodukt von Hornblende zu deuten ist. Dieselbe

ed by Googl

ist in Chlorwasserstoffsäure zerlegbar. Obwohl auch noch andere Gemengtheile z. B. Magneteisen von dieser Säure aufgelöst, andere mehr oder weniger angegriffen werden, so gibt doch die theilweise durch Chlorwasserstoff bewirkte Zersetzung einen annähernd richtigen Aufschluss über die Natur dieser Beimengung. Es wurde das Gestein von Maroggia (I) und jenes von Brinzio (III) mit Chlorwasserstoffsäure unter Abschluss der Luft behandelt und erhalten:

	Maroggia 21,6%	Brinzio 29,1%
Kieselsäure	34,54	30,90
Thonerde	18,72	16,08
Eisenoxyd	8,09	19,90
Eisenoxydul	14,36	6,80
Kalkerde	2,01	2,13
Bittererde	9,91	15,25
Kali	1,72	1,03
Natron	1,77	0,62
Wasser	7,82	7,15
	98,94	99,86

Diese grüne, durch Chlorwasserstoff leicht zersetzbare an Eisenoxydul und Bittererde reiche chloritartige Substanz erinnert zunächst an die unter verschiedenen Bezeichnungen (Chloropit, Viridit etc. etc.) beschriebene Beimengung in den Diabasgesteinen. Letztere besteht in dem Diabas von Weidesgrün im Fichtelgebirge aus:

Kieselsäure	30,56
Thonerde	16,57
Eisenoxyd	13,02
Eisenoxydul	15,51
Kalkerde	4,14
Bittererde	8,97
Kali	0,36
Natron	1,18
Wasser	9,08
	99,39

Digitized by Google

Daraus erhellt eine so nahe Uebereinstimmung, wie sie nur bei solchen aus Zersetzungen hervorgegangenen und stets noch in der Umbildung begriffenen Mineralien erwartet werden darf. Dadurch schliesst sich der schwarze Porphyrit auf das Innigste an die älteren Gesteine an. Es dürfte daher wohl nicht gefehlt sein, wenn wir den grünen, hauptsächlich die dunkle Farbe veranlassende Mineralbeimengung als Chloropit bezeichnen.

Zweiter Abschnitt.

Das Verhalten der Schichtgesteine in gebogenen Lagen.

Die ungemein grossartigen und meist auch sehr starken Biegungen, welche die schwarzen Kalke von Varenna längs der Strasse S. von Bellano aufweisen, bieten eine äusserst günstige Gelegenheit zu näherem Studium der Erscheinungen, welche sich an stark gebogenen starren Gesteinslagen vorfinden, eines Theils weil solche gekrümmte Gesteinslagen hier sehr leicht der Beobachtung zugänglich sind, und die Krümmungen sich leicht messen lassen und anderen Theils weil die tiefdunkle Färbung des Gesteins zur Wahrnehmung feiner Risse und deren Ausfüllung mit weissem Kalkspath sehr geeignet ist. Es mögen daher hier vorläufig einige Ergebnisse über das Verhalten starrer Gesteine in gebogenen Lagen eine Stelle finden.

Es ist eine fast durchgreifende Erscheinung in unseren Alpen, wie fast in jedem älteren Gebirge, dass die verschiedenartigsten Gesteinslagen stellenweise oft in erstaunenerregender Weise gebogen, zusammengefaltet und gewunden vorkommen; selbst mächtige, sehr feste Kalksteinschichten, Quarzitlagen und Sandsteinschichten zeigen Gewölbe- oder Kuppel-ähnliche Biegungen, die sich erst gebildet haben

können, nachdem die Gesteinsmasse vollständig fest und starr geworden war.

In vielen Fällen erkennt man an solchen gebogenen Schichten unzweideutige Spalten und Risse — z. Th. offen oder mit thoniger Erde erfüllt, z. Th. aber durch infiltrirte Mineralsubstanz wieder vollständig verdichtet — längs welcher nach Art der Fugen an Gewölbmauerwerken die Gesteinsmassen bei dem auf sie einwirkenden Seitendruck zerbrachen und sich sodann verschoben haben, um die der Krümmung der Wölbung entsprechende Lage einzunehmen. In vielen Fällen aber glaubt man bei oberflächlicher Besichtigung weder Risse noch Spalten an solchen gebogenen Gesteinslagen selbst in denjenigen Gewölbstücken wahrnehmen zu können, in welchem die Wölbung oder Krümmung am stärksten ist. Es scheint das starre Gestein gebogen ohne Bruch.

Während die Wölbungen starrer Gesteinsmassen, bei welchen fugenartige, wenn auch minder vernarbte Risse und Spalten sich bemerkbar machen, leicht ihre Erklärung finden, scheint eine solche bei Biegungen ohne sichtbaren Bruch auf Schwierigkeiten zu stossen, indem man bis jetzt nicht gewohnt war anzunehmen, dass der Mehrzahl der starren Körper die physikalische Eigenschaft zukomme, über ihre Elasticitätsgrenze hinaus gebogen sich wie duktile oder plastische Körper zu verhalten.

Bis vor Kurzem betrachtete man diese Gesteinsbiegungen einfach als Folge unendlich feiner Zerklüftung, welche für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar, aber zureichend erscheint, um eine der Krümmung der starren Masse entsprechende Bewegung oder Verrückung in den kleinsten Theilchen bewirken zu können. Wer sich mit mikroskopischer Untersuchung von alpinen Schichtgesteinen befasst, findet in den unendlich feinen, durch Kalkspath wieder ausgefüllten Aederchen, welche unter dem Mikroskop hervor-

treten, eine sehr beruhigende Bestätigung dieser Annahme. Das Gestein scheint nur für das unbewaffnete Auge ohne Bruch gebogen, ist in Wirklichkeit aber von zahlreichen Klüftchen in kleinste Theilchen zersprengt. Mit dieser Thatsache glaubte man sich beruhigen zu dürfen bis in neuerer Zeit eine neue Theorie der Biegung starrer Gesteine ohne Bruch in Folge der sog. latenten Platisticät bei grossem Druck von Prof. Heim[27]) aufgestellt wurde, welche sich rasch der Zustimmung in weitesten Kreisen zu erfreuen hatte. Ich vermag mich jedoch derselben nicht anzuschliessen, um so weniger als, wenn man auch ganz absieht von den Bedenken, welche vom rein theoretisch wissenschaftlichen Standpunkte dagegen bei ganz gleichartigen Massen erhoben werden können, bei der Heterogenität der meisten Schichtgesteine, um deren Biegung es sich ja in erster Linie handelt, eine Duktilität oder Plasticität völlig unannehmbar erscheint, auch faktisch durch Experimente nicht erwiesen ist, nach den Erfahrungen und Beobachtungen in der Natur aber auch als unnöthig und überflüssig sich darstellt.

Es ist hier nicht der Ort von theoretischem Standpunkte diese Annahme ausführlich zu erörtern, wie dies neuerlich Dr. Stapf[28]) in seiner vortrefflichen Abhandlung z. Th. versucht hat; es soll nur daran erinnert werden, dass bis jetzt durch kein physikalisches Experiment nachgewiesen ist, es könne jeder feste, wenn auch aus homogenen Molekülen bestehende Körper durch grossen, über die Elasticitätsgrenze gesteigerten Druck in beweglichen Zustand versetzt und bei Nachlassen des Druckes wieder steif und starr werden mit Ausnahme der wenigen sog. duktilen[29]) und der

---

27) Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung 1878.

28) N. Jahrb. v. Leonh. u. Geinitz 1879 S. 798—814.

29) Wenn Rothpletz (Z. d. d. g. Ges. XXXI 1879 S. 367) ohne weiteres anführt: „Wir wissen, dass allen Gesteinen ein gewisser

durch Wärme geschmolzenen Stoffe. Dies erscheint aber um so weniger annehmbar in solchen Gesteinen, um deren sog. Duktilität oder Plasticität es sich bei den Gebirgsbiegungen handelt, welche nicht etwa aus gleichartigen Molekülen zusammengesetzt sind, bei deren Verschiebung die Cohäsionskraft wirksam ist, sondern aus heterogenen Fragmenten, aus ursprünglich getrennten Körperchen, Kryställchen oder selbst organischen Substanzen bestehen, welche erst durch Adhäsion oder durch ein Bindemittel von Kalkspath, Quarz, Thon, Eisenoxyd etc. verkittet oder verfestigt worden sind, wie z. B. der (nicht krystallinische) Kalkstein, der Mergel, der Sandstein, der Quarzit, der Gneiss, der Glimmerschiefer, der Thonschiefer. Hier könnte es sich um keine andere Art der Plasticität handeln, als um jene, wie sie im Thon durch Beimischung von Wasser entsteht. Wie ist es aber bei dem Gneiss und Glimmerschiefer, die ja oft in der bizarrsten Weise zickzackförmig gefalten sind, denkbar, dass die heterogenen Gemengtheile Quarz, Feldspath und Glimmer durch Druck gleichmässig latent plastisch würden, und wenn nicht, würde dann nicht der zuerst bei hohem Druck plastisch gewordene Gemengtheil ausgequetscht und ausgeschieden werden müssen, wie gewisse Oele aus dem Fett?

Ist es denkbar, dass ein Material, wie es gewöhnlich die Sedimentkalke zusammensetzt, im plastischen Zustande

---

Grad von Duktilität eigen ist", so möchte es ihm schwer halten, den Beweis für diese Behauptung beizubringen. Ich wenigstens und mit mir vielleicht mancher Andere möchten uns von diesen „Wissenden" ausgeschlossen wissen, es müsste nur R. darunter jene Umformung — er nennt sie eine plastische — verstehen, von der er selbst an anderen Orten (Verstein. der Töde S. 21) sagt, dass durch winzige Sprünge und Verschiebungen, von denen das unbewaffnete Auge nichts wahrnehmen kann, Schichten ohne Verlust ihrer Continuität gewunden sind.

Digitized by Google

versetzt, einfach sich nur biegen würde, ohne die Form der Schichtung zu verlieren, ohne so zu sagen eruptiv zu werden, wie es bei Thonmassen wirklich vorkommt? Man hat als Beweis der Wirksamkeit der latenten Plasticität sich auf alte Bergwerke berufen, welche mit der Zeit wieder zusammengehen. In der That kommt es bei dem Kohlenbergbau, auch im Salzgebirge und bei unterirdischen Gräbereien auf Kalk, Gyps u. s. w. häufig vor, dass die Oeffnungen von Stollen, Strecken und Oerter sich wieder zusammenthun. Es geschieht dies meist durch das sog. Blähen von Thonlagen. Das ist sehr bemerkenswerth. Beim ersten Betrieb solcher Strecken im thonigen Gestein, wenn man die Thonlagen trocken antrifft, halten sie so fest, wie jede andere Gesteinmasse. Erst mit dem Moment, wo sie feucht und von Wasser durchtränkt werden, beginnt ihre Bewegung, indem der Druck der zunächst aufliegenden Gesteinsmassen, die ja an stets vorhandenen Klüften und Sprüngen sich nach und nach losziehen und sich zu senken beginnen, auf sie wirkt. In Folge dieser Druckkraft werden sie aus ihrer ursprünglichen Lage gepresst, sie blähen sich, werden gleichsam eruptiv und nur die Durchfeuchtung ist hier die Ursache, wesshalb alte Baue, selbst ohne dass Niederbrüche erfolgen, sich wieder schliessen können.

Solche Verhältnisse sind bei thonigem Gesteine auch in ganzen Gebirgslagen, wenn es durchfeuchtet ist, gewiss denkbar und ich zweifle nicht, dass es Fälle gibt, bei welchen solche durchfeuchtete thonige Schichten ohne Bruch sich gebogen haben, aber es sind dies keine festen starren Massen, wie die meisten Kalksteine, die gewiss nicht hieher gerechnet werden können.

Auch ist es denkbar, dass ein z. B. glimmerreiches Gestein unter der Grenze der Elasticität gebogen, in diesem Zustande längere Zeit verharrend durch nachträglich infiltrirte und festgewordene Substanzen in eine bleibend ge-

igitized by Google

bogene Lage versetzt werden könne. Das sind aber sicher seltene Fälle, um die es sich hier nicht handelt.

Doch beschreiten wir anstatt aller theoretischen Betrachtungen zunächst praktisch den exakten Weg der Untersuchung und Beobachtung, so möchte ich in dieser Richtung jetzt nur vorläufig einige Resultate und Wahrnehmungen mittheilen, welche, so weit meine Erfahrungen bis jetzt reichen, lehren, dass ich Biegungen ohne Bruch wirklich noch nicht bei starrem Gestein wahrzunehmen vermochte, dass es desshalb mir z. Z. nicht nöthig scheint, neue physikalische Gesetze à priori zu construiren, welche dazu dienen sollen, diese Biegung ohne Bruch zu erklären namentlich bei heterogen zusammengesetztem, starrem, nicht thonigem Gestein.

Wenn irgend ein Material zu Beobachtungen in dieser Richtung günstig sich erweist, so ist es, wie schon bemerkt, das tief schwarze Gestein bei Varenna mit seinen tausendfachen engsten Faltungen und weissen Kalkspathadern. Man beobachtet hier sehr häufig, dass an scharfen Wölbungen der Kalkschichten die Masse von sehr zahlreichen breiten Rissen durchzogen sind, welche von weissen Kalkspath wieder ausgefüllt wurden und desshalb für das Auge auf dem schwarzen Grunde sehr deutlich bemerkbar sich machen. Vielfach laufen diese Risse nach der Längenrichtung der Falten und gehen mehr oder weniger radial nach dem Krümmungscentrum zu. Derartige Fälle beweisen wenigstens das Vorhandensein selbst grosser Berstungen in Folge der Schichtenfaltung. Indess giebt es auch Stellen genug, wo solche dem unbewaffneten Auge sichtbare Zerklüftungen in grösserer Anzahl nicht sofort zu bemerken sind und die Wölbung des Steins ohne Bruch erfolgt zu sein scheint. Ich habe grade von solchen Stellen zahlreiches Material bei Varenna gesammelt und dieses in Dünnschliffen unter dem Mikroscop näher untersucht. Ich muss nun sagen, dass hierbei eine gradezu er-

Digitized by Google

staunliche Fülle von Klüftchen, Rissen und ungemein feinen Aederchen — alle wieder durch weissen Kalkspath verkittet, aber trotzdem aufs deutlichste sichtbar — sich ergab, welche mir vollständig genügend erscheinen, um eine Verschiebung der Kalkmasse möglich zu machen, wie es die Wölbung der Kalkbank erfordert. So fand ich gebogene Kalklagen, welche auf den Kubikcentimeter berechnet durch Risse in einem Fall in 64000 kleinste Stückchen, in andern Fällen in [illegible] und [illegible] zerspalten sind, bei Biegungen, deren Krümmungs-Radius je 0.15; [illegible] und 1 m betrug. Diese kleinsten, meist ungleich grosse Stückchen waren vor ihrer Wiederbefestigung durch in die Risse infiltrirte Kalkspathsubstanz gewiss sehr leicht verschiebbar. Dass sie sich wirklich vielfach verschoben haben, lässt sich nicht selten u. d. M. daran erkennen, dass in Nachbarstückchen kleine Streifchen von beigemengten kohligen Substanzen nicht mehr genau in entsprechender Lage sich befinden. Wie gering jedoch eine solche Bewegung oder Verschiebung der kleinsten Stückchen selbst bei einer sehr starken Krümmung einer Kalkbank erforderlich war, lässt sich nach der Grösse des Krümmungsradius leicht bemessen. Annäherungsweise ist z. B. die zur Bogenwölbung erforderliche Verrückung eines beiläufig viereckigen Stückchens von 0.001 m in Länge, Breite und Dicke, wie solche ungemein häufig beobachtet wurden, bei einem Krümmungsradius von nur 0.25 m ungefähr ein Milliontel Meter. Dass solche minimale Verrückungen kleinster Bruchstückchen für das unbewaffnete Auge nicht mehr sichtbar sind, ist selbstverständlich und daher rührt es in den meisten Fällen, dass bei festen Gesteinsschichten die Krümmung scheinbar ohne Bruch erfolgt ist und das Material gleichwohl so fest erscheint, wie nicht zertrümmertes, weil die feinsten Risse durch Kalkspath, Eisenoxyd, Quarz und andere Mineralsubstanzen wieder ausgefüllt worden sind, so dass das zerbrochene Gestein gleichsam wieder ausgeheilt ist.

Ist der Krümmungsradius sehr gross, so bedarf es keiner Zerklüftung in kleinste Theilchen, um eine für das unbewaffnete Auge unbemerkbare Verschiebung zu einer Krümmung im Gestein zu erzeugen; es genügt z. B. beiläufig bei einem Krümmungsradius von 50 m. eine Zerklüftung, bei welcher die Kluftflächen oder Risse selbst 0,1 auseinander liegen können. Wir sehen daraus, dass es in vielen Fällen nur einer geringen Zerklüftung des Gesteins bedarf, wie solche in stark geneigten Gebirgsschichten wohl nirgend fehlen wird.

Bei dem schwarzen Kalk von Varenna ist es desshalb wohl nicht nothwendig, selbst bei der stärksten Zusammenfaltung seiner Schichten anzunehmen, dass hier die Biegung ohne Bruch in Folge einer latenten Plasticität des Kalksteinmaterials erfolgt sei. Ich füge ausdrücklich hinzu, dass bei allen den zahlreichen untersuchten Proben mir keine in die Hände gekommen ist, welche nicht eine solche Zertrümmerung in kleinste Gesteinsstückchen unzweideutig gezeigt hätte.

Dieser Nachweis beschränkt sich aber nicht bloss auf auf die schwarzen Kalke von Varenna, ich glaube sagen zu können, dass die Zertrümmerung stark gebogenen festen Gesteins eine ganz allgemeine und durchwegs vollständig reichlich genug sei, um die Biegung der Schichten durch Verrückung dieser kleinen Bruchstücke und nachträgliche Wiederverkittung der verschobenen Fragmente in befriedigendster Weise zu erklären.

Einige weitere Beispiele können dafür als Beleg angeführt werden. So zeigt der Hauptdolomit zwischen Introbbio und Lecco gleichfalls eine ungemein starke Biegung der Schichten. Ein aus dem am stärksten gebogenen Theil einer Bank genommenes Stück lässt im Dünnschliff eine Zertrümmerung in 120 Stückchen auf 1 Quadratcentimeter bei einem Krümmungsradius von 0,25 m. erkennen.

Zu den am meisten gewundenen und gebrochenen Bild-

ungen in den Alpen gehört der Flysch.[30]) Ich habe eine grosse Anzahl von mergeligen und kieseligen Flyschgestein mit selbst an Handstücken noch erkennbarer Biegung in Dünnschliffen untersucht und auch an diesen ausnahmslos eine erstaunliche Zertrümmerung wahrgenommen. An einem Flyschmergel aus der Bolgenach fanden sich 1000 Stückchen auf den Quadratcentimeter des Dünnschliffs, aus dem Murnauer Köchel 800 u. s. f., an allen untersuchten Proben in verschiedenen Graden bis herab zu 9—10 Trümmerstückchen, deren geringe Zahl immer noch vollständig genügt, um bei selbst kleinem Krümmungsradius eine für das unbewaffnete Auge nicht mehr unterscheidbare Verrückung gegen die frühere Lage der Krümmung entsprechend einzugehen.

Unter den alpinen Schichtgesteinen besitzen gewisse Gebilde der Lias- und Juraformation eine grosse petrographische Aehnlichkeit mit dem Flysch. Ich meine in erster Linie die kieselreichen, Hornstein-führenden und auch Algen einschliessenden Algäuschiefer[31]), deren viel ver-

---

30) Ich will die bei dieser Untersuchung gemachte Entdeckung hier wenigstens im Vorübergehen berühren, dass alle die mergeligen Varietäten und auch viele der sandigen Abänderungen (sog. Kalksandsteine) sich als ein Haufwerk von Spongiennadeln erweisen. Viele dieser Gesteine bestehen vorzugsweise aus Schwammnadeln, die durch ein mergeliges Bindemittel verkittet sind. Diese ganz unerwartete neue Thatsache ist sehr geeignet, ein helleres Licht auf die Bildung des Flyschgesteins um so mehr zu werfen, als diese Anhäufung von Schwammnadeln dem alpinen eigentlichen Flysche eben so eigen ist, wie dem gleichalterigen Wiener- oder Karpathensandsteine und dem italienischen Macigno des Apennins. Merkwürdig ist dabei, dass es meist einfache Stabnadeln sind, nur selten ankerförmige und Hexactinellidennadeln.

31) Dieser Aehnlichkeit mit dem Flysch entspricht nun auch nach meinen neuesten Untersuchungen die Thatsache, dass sehr viele kieselreiche Liasschiefer gleichfalls fast nur aus Schwammnadeln zusammengesetzt sind. Es war mir das Vorkommen von Schwammnadeln schon früher

Digitized by Google

schlungene Lagen in dem Algäugebirge so prächtig entblösst sind. Auch von dieser stand mir ein reiches Material gekrümmter Schichten für die Untersuchung zur Verfügung. Sie zeigen durchweg eine nicht weniger reiche Zertrümmerung in kleinste, mikroskopische Stückchen, wie die Flyschgesteine oder der Varennakalk. Gleich verhalten sich auch die Hornstein-reichen schwarzen Liasschiefer bei Lecco und in dem Hintergrunde des Chiamuerathals bei Ponté.

Wahrhaft erstaunlich ist vollends die Zertrümmerung der rothen Hornsteinmassen der Juraaptychenschichten, welche oft wie in ein Pulver verwandelt erscheinen, zwischen deren Staubähnliche Theilchen sich wieder Quarzsubstanz, den Bruch heilend, abgelagert hat. Auch die jüngeren Tertiärablagerungen, die mittel- oder oberoligocänen, sind am Fuss unserer Alpen in die grossartigsten und oft engsten Falten zusammengebogen. Die Pechkohlenflötze der letzteren, auf denen ein grossartiger Bergbau bei Miesbach, Pensberg und Peissenberg umgeht, geben nicht nur eine günstige Gelegenheit derartige Biegungen, die durch den Bergbau aufgeschlossen werden, kennen zu lernen, sondern auch mit mathematischer Sicherheit durch markscheiderische Vermessungen deren Krümmungen zu bestimmen. Ich verdanke den Verwaltungen dieser Kohlenwerke sowohl zahlreiche Aufschlüsse, als auch das Untersuchungsmaterial namentlich von solchen Stellen, wo der Bergbau die Krümmungen angefahren und oft auch den Krümmungsmulden nach als tiefste Punkte in langen Strecken verfolgt hat. Es herrscht darüber nur e i n e Erfahrung, dass nämlich an solchen Stellen das Gestein, wenn auch nicht für das Auge sichtbar, so doch beim Betrieb der Baue wahrnehmbar gebrech und unganz, die Kohle aber oft in mulmigen Staub

---

an abgewitterten Stücken z. B. von Goisern bekannt, ich glaubte ihm nur früher keine allgemeinere Bedeutung beilegen zu dürfen, wie sich dieselbe nunmehr herausstellt.

Digitized by Google

zerrieben, meist durch infiltrirten weissen Kalkspath weissscheckig oder versteinert (Bergmannsdruck) ist. Wo Stinkkalk in Zwischenlagen die Kohlenflötze begleitet, zeigt sich derselbe oft, wie auch der begleitende Cementmergel, gebogen, ohne deutlich sichtbaren Bruch, ohne Spalte oder Kluft. Sobald man aber auch an diesem Material Dünnschliffe mikroskopisch untersucht, findet man die feinsten Zerstückelungen, an denen sich die Verrückungen der einzelnen Theilchen zu gewölbartigen Bogen, oder wannenförmigen Mulden vollzogen haben. In der Grube Pensberg kommen solche Schichtenbiegungen auf Flötzen vor, bei welchen der Krümmungsradius nur 3¼ m. beträgt, im Miesbacher Revier öfter solche von 15—20 m. Krümmungsradien; hier lassen sich die Beobachtungen mit aller Schärfe anstellen.

Auch im ausseralpinen Gebiete sind derartige Schichtenbiegungen ohne deutlichen Bruch bekannt genug. Ich habe bereits bei der geognostischen Beschreibung des Fichtelgebirgs Veranlassung genommen, mich über die Art derartiger, selbst kuppelförmiger Wölbungen auszusprechen und ihre Erklärung zu geben versucht, die ich auch jetzt noch als ganz zutreffend aufrecht halten kann. (Geogn. Besch. Bayern. Bd III S. 632 u. ff.) Ich habe (S. 634) als die Ursache dieser scheinbaren gleichförmigen Biegung eine unendliche Zerspaltung des Gesteinsmaterials angegeben und bin nun nach wiederholtem Besuch solcher Fundstellen in der Lage, selbst nähere Zahlenangaben zu machen. An den Häusern bei Geigen ungefähr 3 km. weit von Hof im Fichtelgebirge ist durch einen grossen Steinbruch eine kuppelförmige Wölbung des oberdevonischen Clymenienkalkes vollständig aufgeschlossen. Die Wölbung geht nach einer Seite hin rasch in eine sattelförmige über. Durch die Steinbrucharbeiten sind gleichsam die einzelnen Schalen, hier die Gesteinschichten, staffelförmig abgebrochen, wodurch ein tiefer Einblick in den Aufbau gewonnen werden kann. Da wo die Kuppel eben frisch erst

Digitized by Google

aufgedeckt worden ist, erscheint in Folge der die Kalkschichten rindenartig überdeckenden thonigen Kruste das Gewölbe vollständig ganz und ohne sichtbaren Bruch gebogen, an Stellen dagegen, wo in Folge längerer Bloslegung die Atmosphärilien schon das Werk ihrer Abnagung begonnen haben, treten wenigstens grössere Risse und Sprünge deutlich erkennbar hervor. Die aus der Mitte der Kuppel gesammelte Stücke wurden nun, nachdem Dünnschliffe nach verschiedenen Richtungen daraus hergestellt worden waren, einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen. Hierbei zeigte sich dieselbe Zerstückelung in kleinste, durch infiltrirten Kalkspath wieder felsenfest verkittete Stückchen, wie in den Alpengesteinsproben. Bei einem Krümmungsradius [32]) von 0,45 m ergaben sich auf ein Quadratcm. die Durchschnitte von 16 Theilchen. Auch hierbei ist die Grösse der Verrückung der einzelnen Theilchen von der ursprünglichen Lage nach der Schichtebene in die nachträgliche der Schichtenwölbung eine so kleine, dass sie für das unbewaffnete Auge völlig unerkennbar ist.

Nicht weniger lehrreich ist ein Steinbruch in gleichen Clymenienkalklagen O. von Hof im sog. Krähenhölzchen. Hier erkennt man an den staffelförmigen Abbruchsstellen der Schichten des gleichfalls kuppelförmigen Gewölbs schon

---

32) Da es sich hier, nicht um mathematisch absolut richtige Zahlen, sondern nur um Annäherungswerthe handelt, suchte ich die Krümmung als eine beiläufig kugelförmige angenommen, dadurch zu bestimmen, dass ich starken, aber doch noch leicht biegsamen Bleidraht auf die Wölbung legte und andrückte. Das Blei nahm genau die Krümmung an, welche sich nun mit Hilfe dieses gekrümmten Bleidrahts auf ein grosses Blatt Papier übertragen liess. Bestimmungen nach mehreren Richtungen lieferten in ihrem Mittelwerth Anhaltspunkte für die Ermittelung des beiläufigen Krümmungsradius durch Halbiren mehrerer gezogener Sehnen und Verlängerung der Normalen auf den halbirten Sehnen bis zu ihrem Schnittpunkte.

ohne Weiteres sehr deutlich eine grossartig radienförmige Zerspaltung des Gesteins. Doch fehlt auch hier die bis in's Kleinste gehende Zerstückelung des sehr dichten Kalks nicht. An den aus den mittleren Theilen des Gewölbs genommenen Lagen kann man auf den Quadratcm. des Dünnschliffs 25—30 Stückchen zählen; der Krümmungsradius beträgt hier ungefähr 3 m. Ein drittes sehr schönes Beispiel bietet der Gewölb-artig gebogene Bergkalk in dem grossen Steinbruche von Regnitzlosau im Fichtelgebirge. Der schwarze Kalk ist hier, wie bei dem Varennagestein, von feinsten weissen Kalkspathäderchen durchzogen, die sich auf's deutlichste in Dünnschliffen wahrnehmen lassen. Eine Wölbung mit 0,60 m Krümmungsradius enthält in den aus der stärksten Biegung genommenen Theilen Gestein, welches eine Zerstückelung von 25 Theilchen auf den Qcm. der Dünnschlifffläche erkennen lässt.

Noch reichlicher zerstückelt zeigt sich der Kieselschiefer dieses Gebirgs, welcher oft in sehr enge Falten zusammengebogen ist. Dieses spröde Material ist aber trotz seiner starken Zertrümmerung durch weisse Quarzmasse, welche auf die früheren Risse sich abgesetzt hat, wieder so fest verbunden, wie es vordem war. Ein Lyditstückchen aus einer stark gekrümmten Lage von nur 0,16 K.-R. aus dem Kieselschieferbruche bei Leimitz, O. v. Hof lässt u. d. M. eine Zerstückelung von 260 Stückchen auf einen Qcm der Dünnschlifffläche zählen.

Es würde ermüden, noch zahlreichere Beispiele auch aus anderen Gebieten z B. den carbonischen und postcarbonischen Schichten der Rheinpfalz, aus der mir Untersuchungsmaterial zur Verfügung steht, anzuführen. Ich kann nur aus meinen bisherigen Beobachtungen wiederholen, dass mir noch kein Gestein aus stark gebogenen Lagen unter die Hand gekommen ist, welches nicht so reichlich zerstückelt sich erweist, dass dasselbe ohne für das unbewaffnete Auge sichtbare Verrückung eine der Wölbung entsprechende Lage

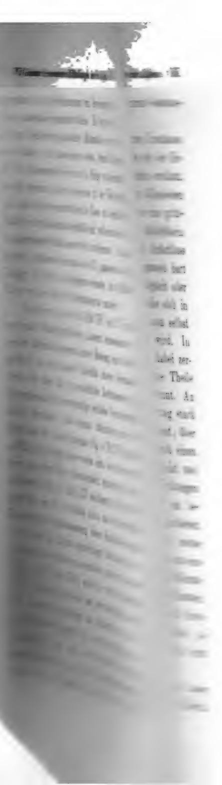
igitized by Google

hätte annehmen können. Existirt aber eine solche Zertrümmerung des festen und starren Materials der meisten unserer heterogen zusammengesetzten Schichtgesteine, welche es möglich macht, ohne sichtbaren Bruch eine Verschiebung zu geröllartigen Biegungen einzugehen, so sehe ich die Nöthigung nicht ein, diesen starren Massen eine besondere Eigenschaft der latenten Plasticität zu oktroiren.

Diese unendliche Zerstückelung der Schichtgesteine ist nicht etwa eine neue Entdeckung, sie will auch hier durchaus nicht als solche besprochen worden sein, sie ist altbekannt und allseitig auch anerkannt. So weit sie mit unbewaffnetem Auge sichtbar ist, gibt das prachtvolle Werk Heim's selbst zahlreiche Belege hiefür. Auch Rothplez spricht bereits von winzigen, für das unbewaffnete Auge nicht wahrnehmbaren Sprüngen und Verschiebungen, durch welche die Schichten ohne Verlust ihrer Continuität gewunden sind und der scharfe Beobachter des Gotthardtunnels Stapf führt (a. a. O.) ins Auge springende Zerklüftungen der Gesteine des Gotthardtunnels bis zu staubartigem Pulver an.

Man hat, diese Zertrümmerung zugegeben, aber trotzdem in Frage ziehen zu müssen geglaubt, ob diese Zerstückelung in genetischem Zusammenhange mit der Erscheinung der Schichtenbiegung stehe, da ja jeder starke Druck, auch wenn er eine gewölbartige Aufbiegung der Schichten nicht bewirkt, eine mehr oder weniger starke Zerstückelung verursacht. Auch in dieser Richtung habe ich einige vergleichende Untersuchungen angestellt und gefunden, dass dieselben Gesteinsmassen an Stellen, wo sie gebogen sind, ungleich reichlicher zerklüftet sind, als an selbst benachbarten Stellen einer nicht gekrümmten Lage bis zum fast völligen Verschwinden dieser Klüfte. Nach allen meinen Erfahrungen steht der Grad der Zerstückelung direkt im Verhältniss zu der Schichtenbiegung und der Sprödigkeit des Gesteinsma-

bildende Mate-
Steinschale
konnte, wobei
steinmasse mit
bereits ferner in
scheinung zu.
sirten Steinkerne
manchen Fällen
vom Würgauer
Ammoniten, die
der gekammerten
vollkommen wohl
reiche beschalte
Orthoceras, *Crinoid*
chen Deformatione
ung unterzog.
nahme zu stossen.
Brüchen verbunden
deutlich wahrnehmba
zur Erscheinung kom
und nun mit stark
plare aus den böhm
Devonschichten sind
gebildet in diesem F
exemplare sind entw
etwas platt gedrück
konnte ich immer die
weisen, letztere auf
etwas klaffend, auf
sammenlaufend. Bei
Erscheinung.



mit Gesteinssubstanz aus-
ung des gleichfalls durch
entstandenen Hohlraums
in, als bei noch feuchtem
Schichtenmasse der auf-
hlraum von unten einzu-

eudomorphosen in festem
keit auf etwa erlittene
n Vorübergehen sei be-
gekrümmte[34]) Krystalle,
Säulen und Nadeln aus-
be, z. B. zahlreiche Tur-
lem bayerischen Walde,
(nicht die sog. gewun-
iz) deren Biegung deut-
e erfolgt ist, wobei die
ite weiter klaffen (na-
tanz wieder ausgefüllt)
te der Krümmung hin

Mineralmassen unter
bachtungen angestellt,
sen sind. Ich glaubte
n Mineralien, welche
n, prüfen zu sollen.
gsten Hilfe des Herrn
, welcher die Vor-
oben vornehmen liess.

t jene vermengen, bei der
mmung der Nadeln durch
z und Salpeter, wenn sie
enn Eisnadeln im Winter
ssen nnd oft haarförmig

Digitized by Google

terials, welches gebogen wurde. Es muss daran erinnert werden, dass es sich hier immer und ausschliesslich um die Biegung an Gesteinsmaterial handelt, welches vor der Biegung bereits verfestigt war. Ich sehe viele zickzackförmige Schichtenknickungen, wie solche hauptsächlich bei den älteren krystallinischen Schieferbildungen, besonders dem Glimmerschiefer und Phyllit vorkommen, nicht als Erscheinungen an, die sich erst nach der völligen Verfestigung des Gesteins vollzogen haben, so wenig wie die Biegung austrocknender Thonkrusten oder die schalige Umhüllung von Kalksteinmaterial um ausgeschiedene Hornsteinknollen. Aehnliche Biegungen und Windungen fanden auch in durchfeuchteten Thon- oder Mergelmassen z. B. in Lagen statt, in welchen sich Anhydrit in Gyps verwandelte oder Gyps, Steinsalz und ähnliche Salze aus einer breiartigen Masse auskrystallisirten. In noch nicht erhärteten oder bei thonig mergeligem Material bei erneuter Durchfeuchtung nach der Verfestigung kann zweifellos eine Verschiebung und ein Ausquetschen der Masse stattfinden. Dahin gehört eine grosse Anzahl der sog. deformirten Versteinerungen, welche man wohl auch z. Th. als Beweis der Umformung bereits festgewordenen Gesteins ohne Bruch angeführt hat.

Die ausgedehnten Sammlungen des hiesigen paläontologischen Museums, wie die der geognostischen Landesaufnahme, lieferten mir auch zur Erörterung dieser Frage, gutes Material in Hülle und Fülle. Ich theile einige Erfahrungen hierüber mit.

Zunächst verdient hervorgehoben zu werden, dass verdrückte oder deformirte Versteinerungen vorherrschend in thonigen oder mergeligen und seltener in mergelig-kalkigen oder thonig-sandigen Gesteinslagen vorzukommen pflegen, welche in feuchtem, noch nicht verfestigtem Zustande bis zu einem gewissen Grade plastisch sind, also eine Verschiebung ihrer Masse gestatten.

Ferner ist hervorzuheben, dass Verunstaltungen der Versteinerungen fast ausschliesslich an Steinkernen wahrgenommen werden, und dass, wenn deformirte beschalte Exemplare gefunden werden, sofort die Brüche und Zertrümmerungen an der Schale leicht nachzuweisen sind, an denen ein Zusammenbrechen oder eine Verschiebung einzelner Theile stattgefunden hat. Am merkwürdigsten und lehrreichsten ist die Thatsache, dass deformirte Steinkerne und nicht deformirte beschalte Exemplare in derselben Schicht durch einander gemengt vorkommen z. B. ganz verschobene Steinkerne von *Ammoniten*, *Gastropoden* und *Dimyarien* unter wohl erhaltenen Echinodermen, Belemniten und Muscheln mit dicker Stabröhrchenschicht, *Ostrea*, *Perna*, *Pecten* etc. etc.

Verunstaltete Versteinerungen kommen ganz unabhängig von Schichtenbiegungen und Zusammenfaltungen in Gebirgen vor, in denen die Schichtgesteine weithin in horizontaler Lagerung sich befinden (schwäbisch-fränkisches Juragebirge, Kreideschichten von Haldem) und in zusammengefalteten Gesteinsschichten beschränken sie sich nicht etwa auf die gebogenen oder gekrümmten Theile der Schichten, sondern sind ganz unabhängig hiervon in dem Gestein vertheilt, in den Krümmungen aber gebrochen, geknickt, verschoben durch Sprünge und Risse, wie das Gestein selbst, welches sie beherbergt. Als Belege hiefür können die durch Steinbrüche weithin aufgeschlossenen, zwar stark geneigten, aber nicht gekrümmten Neocomschichten bei O. Wessen, die Cementsteinbrüche im Lias des Gastätter Grabens, die Brüche im Mergel der Häringer Schichten u. s. w., im Fichtelgebirge die nicht gebogenen Schichten des Clymenienkalks gelten.

Was die Verzerrung der Steinkerne angelangt, so fällt diese Erscheinung im Allgemeinen nach meinen Beobachtungen meist mit der Zeit zusammen, in welcher das um-

hüllende Material noch nicht verfestigt, durch Druck und Seitenschub in eine gewisse Bewegung versetzt werden konnte, wobei das Steinkernmaterial, wie die übrige Gesteinmasse mit verschoben wurde. Wiederdurchfeuchtung bereits fester thoniger Gesteine lässt gleichfalls dieselbe Erscheinung zu. Dies beweist das Zusammenvorkommen deformirter Steinkerne und nicht deformirter Schalenexemplare. In einzelnen Fällen beobachtete ich (*Amm. tenuilobatus*-Schichten vom Würgauer Berg), dass die Wohnkammertheile der *Ammoniten*, die als Steinkerne vorhanden waren, verschoben, die gekammerten und beschalten übrigen Theile dagegen vollkommen wohlerhalten sich vorfanden. Indem ich zahlreiche beschalte Versteinerungen besonders *Belemniten*, *Orthoceras*, *Crinoideen*-Stacheln, auch *Gasteropoden*, bei welchen Deformationen vorkommen, einer näheren Untersuchung unterzog, überzeugte ich mich, ohne auf e i n e Ausnahme zu stossen, dass solche Verzerrungen immer mit Brüchen verbunden sind, die meist schon mit blossem Auge deutlich wahrnehmbar, in ihrer ganzen Fülle aber erst recht zur Erscheinung kommen, wenn man die Stellen schwach anätzt und nun mit starker Lupe betrachtet. *Orthoceras*-Exemplare aus den böhmischen Silur- und Fichtelgebirgischen Devonschichten sind gerade nicht häufig als Steinkerne ausgebildet in diesem Falle jedoch immer verdrückt. Schalenexemplare sind entweder in der Form erhalten, oder aber etwas platt gedrückt oder gekrümmt. In diesen Fällen konnte ich immer die Längsrisse und die Quersprünge nachweisen, letztere auf der einen convexen Krümmungsseite etwas klaffend, auf der concaven Seite fein und eng zusammenlaufend. Bei den *Belemniten* ist es eine ungemein häufige Erscheinung, dass der ausgehöhlte Alveolentheil zusammengedrückt und gequetscht ist, wobei die Brüche ganz deutlich sichtbar sind. Auch bei dem massiven übrigen Theil der *Belemniten* kommt sehr häufig eine Krümmung vor —

ed by Googl

abgesehen von der Zertrümmerung und Zerreissung in einzelne auseinander geschobene Stücke. Es liegt eine Reihe solcher bogenförmig gekrümmter *Belemniten* vor mir aus dem alpinen und ausseralpinen Gebiet, deren Krümmung auf die unzweideutigste Weise erst in Folge von Zerreissung durch ungemein zahlreiche Querrisse in der Weise erfolgt ist, dass auf der convexen Seite die Risse oft ziemlich weit klaffen und von Kalkspath ausgefüllt sind, während sie auf der concavgebogenen Seite äusserst fein erscheinen. An einem doppelt gekrümmten Exemplar des *B. giganteus* aus dem Dogger des Nipfs von Bogfingen wechseln die klaffenden Risse von einer Seite der Krümmung zur anderen.

Auch die von Heim auf Tafel XIV und XV seines berühmten Werkes abgebildeten, äusserst interessanten verzerrten *Belemniten* beweisen meiner Meinung nach das Gegentheil von der latenten Plasticität starrer Felsmassen. Denn wir sehen hier eine unendliche Zertrümmerung der Belemniten und die unzweideutige seitliche Verschiebung an diesen Querrissen. Dass einzelne Stückchen ohne grobe Risse sind, wie bei dem Exemplar Fig. 4 Taf. XIV ist nicht auffällig; die feinsten Risse werden sich aber sicher zeigen, wenn man diese Theile mikroskopisch untersucht. Was den *Belemnit* in Fig. 15 Tafel XIV anbelangt, der ohne Bruch gestreckt sein soll, so möchte schon aus der vortrefflichen Zeichnung die Zertrümmerung dieses Exemplars herauszulesen sein. Die höchst merkwürdige Erscheinung der zerbrochenen und stückweise auseinander gerissenen *Belemniten* (Fig. 3 und 4 Tafel XIV), wobei der nach der Zerreissung und Verschiebung theilweise leer gewordene Raum zwischen den einzelnen Bruchstücken mit Kalkspath und nicht mit Gesteinsmaterial ausgefüllt ist, beweist allerdings, dass die Verschiebung erst nach dem Festwerden des Materials stattgefunden hat, aber nichts für das Plastischwerden desselben, weil dann dasselbe denn doch wohl in die leeren

Zwischenräume eingedrungen wäre. Ich kann natürlich nicht ohne nähere Untersuchung behaupten wollen, dass das Nebengestein ebenso stark zertrümmert wurde, wie der *Belemnit*, doch scheint mir nur unter dieser Annahme allein ein bleibender Hohlraum möglich, der sich später mit Kalkspath ausfüllen konnte. Ich kann nur von ganz analogen Erscheinungen an den gestreckten *Belemniten* aus dem Ries bei Nördlingen angeben, dass hier das Nebengestein fast in Staubtheilchen zermalmt erscheint, welche durch infiltrirten, klaren Kalkspath nachträglich wieder zu festem Fels verkittet worden sind. Es sind ganz kleine, abgesprengte und bei Seite geschobene Stückchen dieser *Belemniten* wirr durcheinander liegend wieder so fest verbunden, wie die unzerbrochenen Theile. Dasselbe gilt von der ganzen umhüllenden Gesteinsmasse. Bei diesen *Belemniten* beobachtet man häufig, dass gewisse Risse nach und nach sich auskeilen, selbst unter dem Mikroskop nicht mehr weiter verfolgt werden können. Ich vermag dies eben so wenig als ein Zeichen anzusehen, dass die Masse an dem sich auskeilenden Spaltenende duktil sei, wie bei der allbekannten Erscheinung, dass Glas oder ein Thongefäss nur einen kurzen Sprung erhält; an dem sich auskeilenden Sprungende war die sich fortpflanzende Erschütterung einfach nicht mehr grösser, als die Elasticität des Materials, erst über die Grenze der Elasticität tritt ja Bruch ein.

Die Versuche, welche Herr Prof. Bauschinger an Gesteinsplatten vorgenommen hat, lehren, dass das Gesteinsmaterial bis zu einem gewissen Grad elastisch biegsam ist. Ueber die Grenze gebogen bricht das Material, behält aber in vielen Fällen in Folge der mechanischen Verzackung der einzelnen Theilchen auf den Bruchflächen in schön geschwungener Bogenform einen Zusammenhang, der genügen würde, falls sich in die entstandenen Risse z. B. Kalkspath

absetzen würde, wieder feste, nunmehr gekrümmte Gesteinsplatten darzustellen.

Dass harte und spröde Gesteinsmassen unter Umständen plastisch werden können, wurde schon früher bei der Erklärung des Zusammenthuns von alten Bergwerken erwähnt. Ein sehr lehrreiches Beispiel findet sich in den böhmischen Steinkohlenbergwerken, bei Pilsen, bei welchen eine grünliche Thonstein-ähnliche Gesteinslage, der sog. Schleifstein, über dem Kohlenflötz liegt. Bei dem frischen Aufschluss des Gebirgs durch Strecken ist diese Masse ungemein hart und steht vorzüglich. Sobald aber Grubenfeuchtigkeit oder Wasser auf dieselben einwirkt, verwandelt dieselbe sich in ein mehr oder weniger plastisches Material, das nun selbst bei geringem Druck beweglich und ausgepresst wird. In demselben eingeschlossene Pflanzenreste werden dabei zerrissen, auseinander geschoben und ihre einzelne Theile durch dazwischen eindringende Gesteinsmasse getrennt. An solchen Stellen wird dann auch die Grubenzimmerung stark gedrückt, die Kappen zuerst gebogen und gekrümmt, über die Elasticitätsgrenze aber belastet, wenn auch durch einen sehr allmählig zunehmenden Druck endlich geknickt und gebrochen. In dem Bergbau, bei dem denn doch die Wirkungen des Gebirgsdrucks in der ausgedehntesten Weise zu beobachten die allseitigste und beste Gelegenheit sich darbietet, hat man, so weit ich die Literatur kenne und meine eigene Erfahrungen reichen, noch Nichts gefunden, was an eine Biegung fester, spröder Gesteine ohne Bruch erinnern könnte. Dass Stollen oder Strecken in Granit und Urgebirgsfelsarten, in Sandstein, Thonschiefer, Kalkstein, überhaupt nicht thonreichem oder mergeligem Gestein auf andere Weise, als durch Zusammenbruch sich wieder ausfüllten, ist bis jetzt thatsächlich noch nicht beobachtet worden.

In die Reihe der hieher gehörigen Erscheinungen lassen sich auch die sog. verschobenen Steinsalzwürfel von Berch-

tesgaden und von Gössling zählen. Besonders sind erstere bemerkenswerth und mit deformirten Versteinerungen in Parallele zu stellen. Bei ihnen ist häufig der ganze verschobene Würfel wieder mit Steinsalz ausgefüllt — in andern Fällen nur mit einer Gypsrinde überzogen, sonst hohl. Schon Quenstedt [33]) bemerkt, dass dieses Steinsalz in den oft stark verzerrten Würfeln nicht nach den schiefen Winkeln, sondern stets rechtwinkelig spaltet, was ich ausnahmslos bestätigt finde. Man könnte diese im Salzthon vorkommenden verzerrten Krystalle als durch Druck erzeugt ansehen. Das ist nun aber thatsächlich nicht der Fall, vielmehr ist die Erscheinung dadurch zu erklären, dass man annimmt, der durch Wasser leicht feucht werdende und dann etwas plastische Salzthon sei, nachdem er längst verfestigt war, durch irgend eine Veranlassung wieder vom Wasser durchtränkt worden, welches das in Würfelkrystallen eingeschlossene Steinsalz auflöste. In Folge dieser Durchfeuchtung wurde der nunmehr etwas plastische Salzthon durch irgend einen Druck etwas geschoben und dadurch erlitten auch die durch das Auflösen des Steinsalzes leer gewordene Krystallräume mit eine Verschiebung. Bei erfolgtem Austrocknen setzte sich nun zunächst der schwerer lösliche Gyps an den Wandungen dieser Hohlräume ab und später füllte sich z. Th. der übrige Raum mit Steinsalz an, das unbekümmert um die Form des Umfassungsraums regelmässig spaltet. Dass der Salzthon jedoch nur in geringem Grade plastisch war, geht aus dem Umstande hervor, dass bei vielen dieser Krystallräume in die umgebende Thonmasse hineinreichende Risse an den Kanten sich bemerken lassen, die gleichfalls mit infiltrirtem Gyps ausgefüllt sich zeigen. Aehnlich verhält es sich mit den häufig im Röth und auf Schichtflächen des Keupermergels vorkommenden verschobenen Würfeln die

33) Epoche der Natur S. 109.

austatt mit Gyps oder Steinsalz mit Gesteinssubstanz ausgefüllt sind. Hier muss die Ausfüllung des gleichfalls durch Auflösung der Steinsalzkrystalle entstandenen Hohlraums in einer Zeit vor sich gegangen sein, als bei noch feuchtem und verschiebbarem Zustande der Schichtenmasse der auflastende Druck letztere in den Hohlraum von unten einzupressen vermochte.

Es wäre interessant, bei Pseudomorphosen in festem Gesteinsmaterial die Aufmerksamkeit auf etwa erlittene Formänderung zu richten. Nur im Vorübergehen sei bemerkt, dass ich zahlreiche sog. gekrümmte[34]) Krystalle, namentlich solche, die in langen Säulen und Nadeln ausgebildet vorkommen, untersucht habe, z. B. zahlreiche Turmalien aus den Alpen und aus dem bayerischen Walde, ebenso Beryll, dann Epidot, Quarz (nicht die sog. gewundenen Bergkrystalle aus der Schweiz) deren Biegung deutlich durch gröbere und feinere Risse erfolgt ist, wobei die Risse einseitig auf der convexen Seite weiter klaffen (natürlich durch infiltrirte Mineralsubstanz wieder ausgefüllt) während sie nach der concaven Seite der Krümmung hin verschwindend fein werden.

Ueber das Verhalten starrer Mineralmassen unter hohem Druck habe ich einige Beobachtungen angestellt, welche vielleicht nicht ohne Interessen sind. Ich glaubte zunächst das Verhalten der einzelnen Mineralien, welche häufig als Gesteins-bildende auftreten, prüfen zu sollen. Hierbei hatte ich mich der ausgiebigsten Hilfe des Herrn Prof. B a u s c h i n g e r zu erfreuen, welcher die Vorrichtungen herstellen und die Druckproben vornehmen liess.

---

34) Man darf mit dieser Erscheinung nicht jene vermengen, bei der schon im Moment der Entstehung eine Krümmung der Nadeln durch eine Streckung erfolgt, wie beim Glaubersalz und Salpeter, wenn sie aus porösen Stoffen herauskrystallisiren und wenn Eisnadeln im Winter aus feuchtem Boden oder Mauern hervorschiessen und oft haarförmig gekrümmt erscheinen.

Digitized by Google

Für diese aufopfernde Gefälligkeit glaube ich hier ausdrücklich meinen Dank aussprechen zu sollen.

Diese Versuche wurden durch den grossen Apparat bewerkstelligt, welcher Herrn Prof. Bauschinger zur Vornahme seiner bekannten Versuche dient und zwar zuerst in einer unzerlegbaren Hülse und durch einen in diesen passenden Stempel mit Materialcylinderchen von 1 Qcm. Fläche, und ung. 0,01—0,005 m. Höhe, später mit zerlegbarer Hülse unter Anwendung eines Drucks von 22000 bis 26000 Atmosphären.

Fleischrother Orthoklas aus dem Pegmatit von Bodenmais wurde in einem Cylinderchen senkrecht zur basischen Fläche langsam einem Druck von 22000 Atmosphäre ausgesetzt, wobei sich ein starkes Knirschen hörbar machte. Nach dem Herausnehmen aus der zerlegbaren Hülse war die Mineralmasse in eine feinkörnige und staubartige Masse verwandelt, bei welcher nur einzelne Stückchen noch etwas Zusammenhalt behielten. In eine kleine nabelförmige Vertiefung der Hülse war die Substanz hineingedrückt, aber hier so von feinstaubartiger Beschaffenheit, dass die Masse bei dem Berühren sofort zerfiel. Die grösseren, noch einigen Zusammenhalt besitzenden Stückchen waren gleichfalls in unendlich viele Theilchen zerdrückt, so dass sie Flüssigkeit begierig aufsaugten; doch zeigten sie noch deutlich in der betreffenden Richtung die spiegelnden Spaltungsflächen, jedoch nicht als eine gleichheitlich zusammenspiegelnde, sondern so, als ob dieselbe fein facettirt wäre. Weder an den Druck-, noch Seitenflächen war eine Spur erlittener Schmelzung wahrzunehmen. Dünnschliffe liessen zwar die unendliche Zerklüftung, aber kein abweichendes optisches Verhalten wahrnehmen.

Quarz zeigte in einem in der Richtung der Hauptachse aus einem vollständig reinen, wasserhellen Bergkrystall von St. Gotthard geschnittenen Cylinderchen, demselben Druck ausgesetzt, gleichfalls eine völlige Zertrümmerung in

mehr nadelförmige, meist wasserhelle, nur stellenweis getrübte Splitterchen, die in nur wenigen Stückchen noch einigen Zusammenhalt besassen. Unten in der schon genannten nabelförmigen Vertiefung befand sich völlig pulverige, weisse Quarzmasse. Der Hauptsache nach lagen die langgezogenen Splitter senkrecht zur Wandfläche ungefähr strahlenförmig und zeigten einen muscheligen Bruch.

Aus einem wasserhellen isländischen Kalkspath wurde in der Richtung der Hauptachse ein Cylinderchen von 0,01 m. Länge geschnitten. Dasselbe einem Druck von 22000 Atm. ausgesetzt, verwandelte sich in einen völlig undurchsichtigen, aber noch vollständig ganzen Körper, welcher nach den regelmässigen Spaltungsflächen leicht sich theilen liess, ausserdem aber auch noch unregelmässig mit muscheligem Bruche leicht in splitterige Stückchen zerbröckelte; dabei besassen die Spaltflächen den normalen Spiegel, während auf dem unregelmässig muscheligen Bruche eine Art Glasglanz sich zeigte. Sehr bemerkenswerth ist, dass sowohl in die Vertiefung des Bodens, als auch in die feinen Spalten zwischen den 2 Theilen der Hülsen Kalkspathmasse eingedrungen war. Dieselbe wurde sorgfältig untersucht, wobei sich ergab, dass sie aus kleinsten pulverförmigen Theilchen bestand, welchen hier und da noch spiegelnde Spaltkörnchen des Krystalls sich beimengten. An diesen Stellen war auch das Cylinderchen bis ziemlich tief nach Innen in staubartig kleinste Theilchen zerklüftet und besass die Spaltbarkeit nicht, welche die übrige Masse besass.

Von einer Plasticität des Kalkspaths unter dem bezeichneten Drucke ist also hier nicht das Geringste zu sehen; wo die Kalkspathmasse bei diesem grossen Drucke einen Ausweg fand, wurde sie in Pulver zertrümmert und in dieser Form in den Hohlraum hineingepresst, in welchem die einzelnen Bruchstücke (nicht Moleküle) nur durch Adhäsion locker an einander hängen blieben. Nimmt man

Digitized by Google

den Fall an, es werde solche vertrümmerte und in irgend eine Oeffnung hineingepresste Kalkspathmasse von kalkhaltigem Wasser durchtränkt, wobei sich kohlensaure Kalkerde in den Zwischenräumchen absetzen könnte, so entstände ein allerdings scheinbar in plastischem[35]) Zustande vollzogenes Eindringen von Kalkmasse beispielsweise in die Spalten des Nebengesteins!

Wenn auch diese immerhin rohen Versuche nicht viel beweisen, so lehren sie doch unzweideutig, dass die hauptsächlich zum Aufbau der festen Erdrinde verwendeten Mineralien bei einem immerhin schon sehr ansehnlichen Druck von 22000 Atm. sich nicht plastisch verhalten.

Um nun auch die Wirkung hohen Drucks auf Gestein, d. h. Mineralgemenge kennen zu lernen, wurde zunächst eine Druckprobe an einem äusserst feinkörnigen Gyps (Alabaster) bis 25000 Atm. vorgenommen. Der Gyps nahm nach diesem Drucke ein erdiges statt seines früher feinkrystallinisches Aussehen an, war mürbe, mit der Hand leicht zerbrechlich geworden und zeigte eigenthümliche unebene Bruchfläche, die wie Rutschfläche aussahen, aber keine Streifchen besassen. Bei diesem Versuche war am Boden der Stempelhülse eine kleine Vertiefung von ungefähr 3 mm. Tiefe und 5 mm. Durchmesser. Dieser Raum war nach dem Drucke vollständig von Gypsmasse ausgefüllt, die gleiche Festigkeit zeigte, wie die im Hauptkörper.

Um nähere Vergleiche zu ziehen, wurden Dünnschliffe von dem ursprünglichen Alabaster und von der Masse nach

35) Aehnlich lässt sich auch das oft erwähnte Plastischwerden des Eises bei grossem Druck erklären, wodurch das Eis zunächst zertrümmert und verschoben oder in die Höhlung gepresst wird; gleichzeitig entsteht mit dieser Wirkung des hohen Drucks eine wenn auch geringe Temperaturerhöhung und die Bildung von etwas Wasser, das genügen dürfte, sobald der Druck nachlässt, wieder in Eis überzugehen und die Eisfragmente wieder zu einem scheinbaren Ganzen zu verkitten.

Einwirkung des Drucks hergestellt. U. d. M. sieht man, dass der ursprüngliche Alabaster deutlich aus krystallinisch körnigen kleinen Theilchen und dazwischen eingelagerten grösseren Kryställchen besteht, welche beide wasserhell von regelmässig streifig geordneten trüben pulverförmigen Körperchen begleitet werden. Nach dem Drucke zeigt das Material nichts mehr von diesem regelmässigen Gefüge, die ganze Masse ist fast undurchsichtig, trübe, durchweg aus staubig pulverigen, selten hellen und durchscheinenden Körperchen zusammengesetzt. Statt der schönen Farben des Alabasters vor dem Druck i. p. L. tritt uns jetzt der schwache Schimmer einer bis ins Kleinste gehenden Aggregatfärbung entgegen. Es ist demnach nicht zweifelhaft, dass der Alabaster eine Zertrümmerung in staubartig kleinste Theilchen durch den Druck erlitten hat und dass diese kleinsten Trümmerchen nur mehr durch Adhäsion an einander haften.

Ferner wurde eine der dichtesten Kalkarten, der lithographische Kalk von Solenhofen, einer gleichen Probe unter Anwendung eines Drucks von 26500 Atmosphären unterzogen. Die zum Druck verwendeten Cylinderchen wurden senkrecht zur Schichtenfläche genommen. Bei einer ursprünglichen Länge von 10,2 mm. und in einer zweiten Probe von 9,8 mm. wurde das Material auf 9,5 mm. und 8,7 mm. zusammengedrückt. Die Ungleichheit dieser Zusammendrückbarkeit rührt wahrscheinlich von dem Umstande her, dass in der von früher erwähnten am Boden der Hülse angebrachten Vertiefung in dem einen Falle etwas mehr, in dem andern Falle etwas weniger Material sich einpresste. Der Kalk zeigt nach dem Druck im Allgemeinen auf dem Bruch eine entschieden noch grössere Dicke und eine hellere Farbe, als im ursprünglichen Material und ist ausserdem sehr geneigt, bei dem geringsten Drucke nach zwei Richtungen sich zu zertheilen, einmal in zu der Druckrichtung normalen dünnsten Platten und dann senkrecht darauf d. h. parallel der Druckrichtung

nach zahlreichen Klüftchen, die z. Th. radial, z. Th. vorwaltend quer verlaufen. Seltener sind ausserdem ungefähr radial gestellte Klüftchen bemerkbar, namentlich gegen den Umfang hin. Welche tief greifende Veränderung die Struktur des Kalksteins durch den enormen Druck erlitten hat, lässt sich am Deutlichsten bei dem Befeuchten mit einer farbigen Flüssigkeit ersehen. Während an dem ursprünglichen Kalkstein der Farbstoff nur ganz oberflächlich sich anhängt, wird derselbe von dem gedrückten Material lebhaft aufgesaugt und an den grösseren Rissen rasch, soweit diese reichen, fortgeführt; an der Zwischenmasse, in der man mit unbewaffnetem Auge keine Risse wahrnimmt, vertheilt sich die Farbe wolkenartig ungleich, aber doch beträchtlich weit von der befeuchteten Stelle weg. Es hat also trotz der Compression eine Zersprengung der Masse in kleinste Theilchen stattgefunden.

Am merkwürdigsten verhält sich der Theil der Cylinderchen am Boden, wo ein Einpressen in die kleine konische Höhlung von 2½ mm. Radius und 2 mm. Tiefe stattgefunden hat. Hier ist die Kalksubstanz in der Warzen-förmigen Erhöhung in unendlich dünne Blättchen zersprengt, welche merkwürdiger Weise etwas gebogen schalenförmig mit einer Wölbung nach oben, d. h. nach dem Innern der Hauptmasse und entgegengesetzt nach der Spitze der konischen Form verlaufen. Die Neigung zur schaligen Zerklüftung mit gleicher Wölbungsrichtung macht sich noch auf eine beträchtliche Strecke im Innern des Cylinderchens bemerkbar. Selbst in die feinen Fugen der zusammengesetzten Hülse ist die Kalkmasse vorgedrungen und hier, wie überhaupt an der ganzen Oberfläche hornartig von Aussehen, aber bei nur schwacher Berührung gleichfalls in kleinste Splitterchen theilbar und von Flüssigkeit leicht durchtränkbar. Ich habe diese sehr dichtgepressten, äusserlich hornähnlichen Theilchen besonders sorgfältig unter dem Mikroskop i. p. L. unter-

Digitized by Google

sucht und gefunden, dass die Substanz ganz so wie die übrige gedrückte Masse feinste Aggregatfarben zeigt, also nicht in amorphen Zustand übergegangen ist.

Dünnschliffe parallel und senkrecht zur Druckrichtung lassen im Vergleiche zu dem ungedrückten Material wenig Verschiedenheiten mit Ausnahme der u. d. M. erkennbaren, zahllosen Risse wahrnehmen. Die Masse erscheint feinkörnig aus rundlichen Körnchen und platten Schüppchen zwischen einzelnen parallelstreifigen Flecken zusammengesetzt. I. p. L. tritt uns eine nicht besonders durch Glanz ausgezeichnete Aggregatfärbung entgegen. Auch an diesem Material, dem Repräsentanten einer der am weitesten verbreiteten Gebirgsbildungen, wurde eine Verschiebung der starren Gesteinstheilchen ohne Bruch und ohne Zertrümmerung bei dem ansehnlichen Druck von 26500 Atm. nicht beobachtet. Mag man nun auch annehmen, dass der Gebirgsdruck, welcher bei der Biegung der Gesteinsbänke wirksam gewesen sei, noch beträchtlich grösser gewesen war, als der bei den oben erwähnten Versuchen, so viel ist doch durch letztere nachgewiesen, dass Mineral- und Gesteinssubstanz verschiedener Art, in andere Form gebracht werden kann, aber nicht ohne eine unendliche Zerstückelung des ursprünglich starren, festen Materials und dass die Verfestigung in der neuen Form nun durch die Aneinanderpressung der Theilchen in Folge von Adhäsion bewirkt wird.

Ich komme zum Schlusse dieser Betrachtung auf die Annahme zurück, dass eine Biegung starrer, fester, nicht durch Wasser erweichbarer Gesteinsmassen ohne Bruch thatsächlich weder durch direkte Beobachtung in der Natur, noch durch Versuche nachgewiesen ist, und dass auch zur Erklärung der bisher beobachteten Gesteinsbiegungen und Deformationen im Allgemeinen eine Plasticität starren, festen Gesteinsmaterials anzunehmen nicht nothwendig erscheint.

Digitized by Google

Herr Wilhelm von Bezold sprach:

„Ueber Lichtenberg'sche Figuren und elektrische Ventile."

Vor Kurzem haben die Herren E. Mach und S. Doubrava zwei Abhandlungen veröffentlicht[1], in welchen sie gegen meine Untersuchungen über Lichtenberg'sche Figuren mehrfache Einwände erhoben, die ich nicht als begründet anerkennen kann. Ich erlaube mir deshalb dieselben hier etwas näher zu beleuchten und zugleich noch einige bisher nicht veröffentlichte Versuche zu beschreiben, welche mir ebenfalls zu Gunsten meiner früher dargelegten Anschauungen zu sprechen scheinen.

Zunächst möchte ich den auf S. 3 der erstgenannten von beiden Herren gemeinschaftlich verfassten Abhandlung gemachten Vorwurf zurückweisen, als sei ich im Grunde genommen nicht über den von Herrn Reitlinger viel früher schon erreichten Standpunkt hinausgegangen. Selbst zugegeben, dass die von mir nach Analogie mit Flüssigkeitsbewegungen versuchte Erklärung[2]) für die Verschiedenheiten der

---

1) Sitzungsber. d. Wien. Acad. Jahrg. 18[illegible]. Abth. II. Sitzung vom 17. Juli; auch in Wiedemann's Ann. Bd. IX S. [illegible] ff. — ferner: Doubrava, Untersuchungen über d. beid. elektr. Zustände. Prag [illegible]

2) Poggdff. Ann. CXLIV S. [illegible] ff.

beiden Lichtenbergischen Figuren nur als eine Hypothese zu betrachten sei, und als solche wurde sie von mir auch ausdrücklich bezeichnet, so scheint mir doch die Herstellung der mannigfaltigen Figuren durch Combinationen einfacher Funkenentladungen mit Hülfe der Elektrisirmaschine ein nicht unwesentlicher Fortschritt im Vergleiche zu der Anwendung des Inductionsapparates, der in die Einzelheiten der Bildung keinen Einblick gewährt. Desgleichen dürften die consequente Verfolgung aller einzelnen Umstände, welche bei Entstehung dieser Figuren in Betracht kommen können, die nach den verschiedensten Richtungen hin angestellten Messungen, welche die Reitlinger'schen an Genauigkeit weit übertreffen, doch Arbeiten sein, welche unter allen Bedingungen einmal gemacht werden mussten und von jedem, der sich weiter mit diesem Gegenstande beschäftigen will, kaum unberücksichtigt bleiben können.

Dies vorausgeschickt, mögen nun einzelne Einwände einer genaueren Würdigung unterzogen werden.

Um den Leser rasch über meine früher ausgesprochene Ansicht zu orientiren sei bemerkt, dass ich Versuche angestellt habe mit Flüssigkeiten, bei welchen bald eine Bewegung von einem Centrum aus nach der Peripherie bald im umgekehrten Sinne rasch und vorübergehend eingeleitet wurde. Ich bediente mich dazu einer gallertartigen Masse wie man sie durch Aufquellen von Traganth in Wasser erhält. Spritzt man auf die Oberfläche einer solchen Masse Farbe, welche mit Weingeist und Ochsengalle angemacht ist, in ganz feinen Partikelchen und saugt man nun z. B. in einer a. a. O. S. 540 angegebenen Weise etwas von der Oberfläche dieser Flüssigkeit auf, so ordnen sich die Farbtröpfchen strahlenförmig an und man erhält ein Bild, welches der positiven Lichtenberg'schen Figur ausserordentlich ähnlich ist, lässt man dagegen aus dem in feiner Spitze endigenden Röhrchen etwas Flüssigkeit auf die Fläche austreten,

so schiebt diese die Farbpartikelchen vor sich her und die so entstehende Figur zeigt eine kreisrunde Begrenzung ganz ähnlich wie die negative Lichtenberg'sche.

Hiebei macht sich auch bei gleicher Störung des Gleichgewichtes der Grössenunterschied in demselben Sinne geltend, wie bei den Lichtenberg'schen Figuren.

Diese Versuche veranlassten mich zu der Aufstellung der Hypothese, dass man in den Lichtenberg'schen Figuren wesentlich die fixirten Bilder der durch die Entladung hervorgerufenen Bewegungen der Luft oder des Gases vor sich habe.

Herr Mach glaubt die Analogie zwischen diesen beiden Arten von Versuchen als eine sehr äusserliche bezeichnen zu sollen, eine Anschauung, die sich jedoch bei genauerer Betrachtung kaum aufrecht erhalten lässt.

So zeigen z. B. die beiden Arten von positiven Figuren, wenn man diese Bezeichnung anwenden will, die gleiche Art der Abhängigkeit von der Geschwindigkeit mit der ihre Bildung vor sich geht. Erzeugt man die Lichtenberg'schen Figuren unter ausschliesslicher Benutzung guter Leiter, so werden die Strahlen ganz geradlinig, sie verlaufen genau radial. Gerade so, wenn man den Saugversuch in der Flüssigkeit sehr rasch ausführt. Schaltet man bei der Herstellung der Lichtenberg'schen Figur sehr schlechte Leiter in den Schliessungsbogen ein, so krümmen sich die einzelnen Strahlen in höchst auffallender Weise, man erhält jene Figuren, welche Reitlinger mit Seekrabben verglichen hat. Dieselben Verkrümmungen bemerkt man bei der auf der Flüssigkeit gebildeten Figur, wenn das Saugen langsam von statten geht. Das ist doch ein Parallelismus in beiden Gruppen von Erscheinungen, der unwillkührlich auf den Gedanken führen muss, dass man es hier nicht bloss mit einer oberflächlichen Analogie zu thun habe.

Aehnlich verhält es sich, wenn man der Lichtenberg'-

Digitized by Google

schen Figur während ihrer Bildung Hindernisse in den Weg stellt. Scheidewände aus isolirendem Materiale senkrecht auf die zur Darstellung der Figuren dienende Hartgummiplatte aufgesetzt, weisen den Strahlen der positiven Figuren Wege an, die beinahe genau mit den Stromlinien zusammenfallen, die man in einer Flüssigkeitsplatte beim Saugen nach einer Spitze hin erhält.

Die Figuren 3 und 13 meiner oben citirten Abhandlung lassen dies in sehr anschaulicher Weise erkennen.

Vor Allem aber zeigen diese Figuren, dass die Strahlen der positiven Figur durchaus nicht immer den Kraftlinien entsprechen, da diese durch die aufgestellten Scheidewände keinenfalls in diesem Sinne modificirt werden können.

Ein anderer Einwand, welchen die Herren Mach und Doubrava gegen die Anschauung vorbringen, dass die Lichtenberg'schen Figuren wesentlich durch die Bewegung der Luft bedingt würden, besteht darin, dass die elektrischen Vorgänge, deren Bilder man in diesen Figuren vor sich habe, ungleich rascher sich abspielten, als dies von Luftbewegungen denkbar sei. Ein auf S. 340 meiner oben citirten Abhandlung angeführter Versuch beweist jedoch das Gegentheil, er lehrt vielmehr, dass die Bildung der Lichtenberg'schen Figuren bei Anwendung eines schlecht leitenden Schliessungsbogen sogar sehr langsam vor sich geht.

Dass sie aber auch bei Anwendung guter Leiter wenigstens in Luft von gewöhnlicher Dichte nicht sehr rasch erfolge, ergibt sich daraus, dass es nicht möglich war, durch benachbarte starke Elektromagnete eine andere Krümmung der Strahlen hervorzurufen (a. a. O. S. 534), dass sie mithin elektrodynamischen Einflüssen nicht zugänglich sind, während es leicht möglich ist, ihre Abhängigkeit von elektrostatischen nachzuweisen.

Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass eine solche Einwirkung kräftiger Magnete bei Bildung der Figuren in ver-

dünnten Gasen wohl merkbar sein wird, da ja die Lichterscheinungen in Geissler'schen Röhren demselben so sehr unterworfen sind. Leider mangelt mir im Augenblicke die Zeit, die Untersuchung nach jener Seite hin auszudehnen.

Alle die bisher berührten Einwände beziehen sich nur auf die von mir entwickelten theoretischen Anschauungen, beziehungsweise Hypothesen. An einer anderen Stelle wird auch die Richtigkeit eines der mitgetheilten Versuche in Zweifel gezogen. Hier handelt es sich jedoch im Wesentlichen um ein Missverständniss.

Es betrifft dies den von mir angestellten Umkehrungsversuch im Charakter der Figuren, auf den ich eben durch die Analogie mit Flüssigkeitsbewegungen geführt worden war. Ich bediente mich dabei eines auf die Ebonitplatte geklebten Stanniolringes, den ich mit dem Zuleiter in Verbindung setzte, während die Ableitung im Centrum oder bei Platten ohne untere Belegung auch unterhalb des Centrums auf der anderen Plattenfläche vorgenommen wurde. Bei jeder dieser Anordnungen ergab sich, dass unter Benutzung des Ringes als Zuleiter für die negative Elektricität die Figur sich verhältnissmässig stark nach innen entwickelte, und einen strahligen Charakter hatte, während die positive kleinere Ausdehnung zeigte und in vielen Fällen vollkommen kreisförmige Begrenzung.

In der ersten von den beiden Herren gemeinschaftlich verfassten Abhandlung wird gegen die Beweiskraft dieses Versuches der Umstand angeführt, dass die Strahlen der negativen Figur, von denen ich gesprochen habe, eigentlich nur als langgestreckte durch die gegenseitige Einwirkung benachbarter Figuren in gewissem Sinne plattgedrückte negative Figuren zu betrachten seien.

Ich kann diesen Einwurf, welcher sich offenbar auf Fig. 11 meiner Abhandlung bezieht, nicht als ganz unberechtigt zurückweisen, aber bleibt er denn auch bei dem

Digitized by Google

Versuche, wie ihn Fig. 10 der genannten Abhandlung versinnlicht stichhaltig? Und wie es zu erklären, dass bei Anwendung positiver Elektricität, die letztere nur so schwer in's Innere des Ringes sich verbreitet und bei richtig gewählten Schlagweiten in diesem Falle vollkommen kreisrunde Begrenzungen erzielt werden? Mit denselben Schlagweiten, welche bei negativer Elektricität die Figur 10 liefern, erhält man unter Anwendung positiver Elektricität einen einfachen Ring, der nur an Breite den Stanniolring ein wenig übertrifft.

Dieser Versuch ist es, den ich vor allen anderen für die Richtigkeit meiner Anschauungen in Anspruch nehmen möchte.

Die Wiederholung desselben ist jedoch Herrn Doubrava nicht gelungen. Der Grund dafür ist ein sehr einfacher. Erstens hat er nur einen Ring auf die Ebonitplatte gelegt, statt ihn vorsichtig auf dieselbe zu kleben, ein Verfahren, das von vorneherein die Versuche unrein machen musste, vor Allem aber hat er dabei ganz falsche Dimensionen des Ringes in Anwendung gebracht.

Ich benutzte Ringe von etwa 3 Centimeter Durchmesser und Schlagweiten von wenigen Millimetern, Herr Doubrava nimmt einen solchen von 10 Centimeter Durchmesser, während seine Schlagweiten wenigstens der Abbildung nach ungefähr die gleichen gewesen sein dürften. Bei solchen Dimensionen kommt die Krümmung viel zu wenig in Betracht, und erst wenn die Durchmesser der mit Anwendung einfacher Spitze entstehenden Figuren jenem des Ringes gleich werden oder ihn übertreffen, darf man erwarten, die von mir erhaltenen Resultate wieder zu finden.

Gerade durch diese Art der Wiederholung des Experimentes hat Herr Doubrava bewiesen, dass ihm der von mir verfolgte, meinen Versuchen zu Grunde liegende Gedankengang vollkommen fremd geblieben ist.

Nach dem hier Gesagten besteht für mich kein Grund von meiner früheren Anschauung abzugehen, wonach man bei der positiven Lichtenberg'schen Figur unmittelbar an der isolirenden Fläche eine Bewegung von der Peripherie nach der Spitze, mithin nach dem Centrum bei der negativen eine entgegengesetzt gerichtete anzunehmen habe, wenigstens in Luft und ähnlich sich verhaltenden Gasen.

Dagegen ist gerade bei der Bedeutung die diese Hypothese der Luft oder dem Gase beilegt, der Gedanke nicht ausgeschlossen, dass in anderen Körpern, z. B. in Terpentinöl vollkommen andere Verhältnisse obwalten. Mit meiner Anschauung würde übrigens auch das eigenthümliche Verhalten der Holtz'schen Trichterröhren[3]) übereinstimmen. Es sind dies bekanntlich Geissler'sche Röhren, welche im Innern eine Anzahl von Trichtern besitzen, die zu feinen Spitzen ausgezogen und nur an diesen Spitzen mit kleinen Oeffnungen versehen sind.

Werden zwei solche Röhren in der Art verbunden, dass sie einem durchgehenden Strome zwei Wege darbieten, so benutzt derselbe doch nur den einen von beiden, wenn die Richtung der Trichterspitzen in beiden die entgegengesetzte ist, und zwar jenen, bei welchem der positive Strom den Weg von der Spitze jedes einzelnen Trichters zur Basis desselben zu machen hat.

Würde man in einer solch' verzweigten Röhre jene Stellen, wo sonst die Leitungsdrähte eingeschmolzen sind, öffnen und dann hineinblasen, so würde der Luftstrom den anderen Weg benutzen, er würde sich wesentlich durch jene Röhre fortpflanzen, in welcher er die Trichter von der Basis nach der Spitze zu durchlaufen hätte.

---

3) S. Pggdff. Ann. Bd. CXXXIV S. 1 ff. Ib. Bd. CLV S. 643 Wiedem. Ann. Bd. X 336.

Der Luftstrom verhielte sich demnach wie ein von einem negativen Pole ausgehender Entladungsstrom und die Uebereinstimmung zwischen beiden Arten von Erscheinungen wäre auch hier wieder vollkommen hergestellt, wenn man annähme, dass bei dem Entladungsstrome in der Axe der Röhre eine Bewegung der Gastheilchen vom negativen nach dem positiven Pole zu stattfinde.

Die Erscheinungen im galvanischen Lichtbogen sind bekanntlich auch leichter mit dieser Anschauung in Einklang zu bringen.

Solche Betrachtungen veranlassten mich schon vor Jahren auch den sogenannten elektrischen Ventilen Aufmerksamkeit zu schenken und ich beschreibe einige hierauf bezügliche meines Wissens bisher noch nicht veröffentlichte Erscheinungen um so lieber, als ich im Vorhergehenden noch wenig Neues gebracht habe. Denn strenge genommen sind die eben gemachten Darlegungen der Hauptsache nach grösstentheils schon in meinen älteren Abhandlungen enthalten. Aber da sie unbeachtet geblieben oder wenigstens nicht genug gewürdigt worden zu sein scheinen, so war ich gezwungen, dieselben wenn auch in anderer Form und in anderem Zusammenhange noch einmal vorzutragen.

Die eben angedeuteten neuen Versuche, bei welchen ich mich übrigens nur auf die Beschreibung beschränke, sind die folgenden:

Klebt man auf eine Ebonitplatte Staniolstreifen, welche sich gabelförmig verzweigen, und lässt man dieselben abwechselnd in Scheiben oder in einfach abgestumpften Spitzen endigen, so dass immer Scheibe und Spitze einander gegenüber stehen, so stellt das Stanniol die ebene Projection eines Gaugain'schen elektrischen Ventiles dar. Thatsächlich wirkt es auch wie ein solches.

Verbindet man z. B. die beiden aus einem Stamme entsprungenen Zweige A und A' mit dem positiven Conductor einer Electrisirmaschine, B und B' mit der Erde, so springt der Funke immer zwischen A und B über. Führt man hingegen den Zweigen A und A' negative Elektricität zu, während B und B' mit der Erde verbunden bleiben, so erfolgt das Ueberspringen immer zwischen A' und B' genau wie beim Gaugain'schen Ventile, wo auch der Uebergang stets so eintritt, dass die positive Elektricität von der kleinen Kugel zur grossen übergeht.

Fig. 1.

Zugleich aber entstehen auf der Ebonitplatte bei Bestäuben Figuren, die den Lichtenberg'schen verwandt sind.

In Fig. 1 sind diese Figuren in halber natürlicher Grösse dargestellt, wie man sie erhält, wenn A und A' mit dem positiven Conductor, B und B' mit der Erde in Verbindung ist. Hiebei legt sich zunächst bei Bestäuben mit dem bekannten Gemische von Schwefel und Mennige der Schwefel auf A und A', die Mennige auf B und B' nieder. Zugleich bilden sich die eigenthümlichen der positiven Figur eigenen Strahlen. Der Farbenunterschied zwischen Schwefel und Mennige ist in der Figur durch den helleren oder tieferen Ton versinnlicht.

Es ist sehr merkwürdig, dass diese Strahlen-

Digitized by Google

figur vorzugsweise an jener Stelle sich ausbildet, wo kein Funke zu Stande kommt, während sie sich an der eigentlichen Funkenstrecke zwischen A und B nur in verkümmerter Weise entwickelt.

Aehnlich verhält es sich bei der negativen Entladung, auch dort tritt die der Lichtenberg'schen analoge Figur vorzugsweise an jener Stelle auf, wo der Funke nicht überspringt.

Es scheint also dass Funke und Lichtenberg'sche Figur hier gewissermassen eine stellvertretende Rolle spielen.

Bei Anwendung negativer Elektricität sind die entstehenden Figuren höchst unscheinbar, nichts destoweniger aber sehr mannigfaltig. Während sie häufig eine blosse Umränderung bilden mit den charakteristischen abgerundeten Hervorragungen, so treten in anderen Fällen auch streifige Figuren auf.

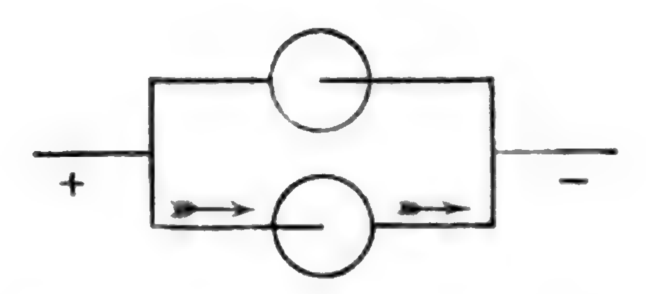
Fig. 2.

Eine solche streifige Figur ist in Fig. 2 abgebildet, wo die Stanniolbelegungen nicht zu einem Ventile angeordnet waren, sondern nur ein abgerundeter Streifen einer in ein Scheibchen endigenden Belegung gegenüber stand, und ersterer mit dem negativen Conductor beziehungsweise mit dem Funkenmikrometer, das Scheibchen aber mit der Erde in Verbindung stand, so dass der Funke gezwungen wurde, einen Weg zu nehmen, den er im Ventile nicht einschlagen würde.

Man kann übrigens auch noch in anderer Weise elektrische Ventile mit Hülfe von Stanniolbelegungen auf isolirenden Platten herstellen. Klebt man z. B. zwei Stanniolringe auf eine solche und stellt man durch vier aufgesetzte Nadeln, von denen die einen auf den Ringen, die andern auf den Centren der Ringe

aufsitzen, eine Verbindung der Art her, dass ein Ring und ein centraler Zuleiter mit dem einen Conductor der Elektrisirmaschine, das andere Paar mit dem anderen oder mit der Erde verbunden ist, so springt der Funke nur zwischen einem Zuleiter und dem entsprechenden Ringe über und zwar immer so, dass die positive Elektricität vom Centrum zum Ringe geht. Die eben beschriebene Anordnung wird durch das Schema Fig. 3 versinnlicht.

Fig. 3.



Von einer eingehenderen Untersuchung der eben geschilderten Erscheinungen muss ich leider vorerst absehen, da meine Zeit anderweitig zu sehr in Anspruch genommen ist; ich würde mich freuen, wenn sie vielleicht von anderer Seite her aufgenommen und weiter verfolgt würden.

Digitized by Google

Nachtrag zur Sitzung vom 5. Juni 1880.

Herr G. Bauer sprach:

„Ueber eine Eigenschaft des geradlinigen Hyperboloids."

In einem der letzterschienenen Hefte des Crelle'schen Journals [1]) betrachtet Herr H. Vogt das besondere Hyperboloid, welches drei zu einander normale Erzeugende und mithin auch unendlich viele Tripel von Normalstrahlen enthält. Herr Vogt nennt dieses Hyperboloid ein „gleichseitiges" und beweist von demselben u. A. den Satz: Drei Normalstrahlen aus einer Regelschaar entnommen und die drei zu ihnen parallelen Strahlen der andern Regelschaar bestimmen ein rechtwinkliges Parallelepiped von constantem Volumen. Versucht man diesen Satz auf das allgemeine Hyperboloid zu übertragen, so gelangt man zu einem durch seine Einfachheit überraschenden Resultat.

Sei U ein geradliniges Hyperboloid, V eine andere Fläche 2. Ordnung, so erzeugen dieselben auf der unendlich entfernten Ebene zwei Kegelschnitte u und v. Enthält u ein Dreieck eingeschrieben, das zu v conjugirt ist, so gibt es nach einem bekannten Satze unendlich viele Dreiecke, die zu v conjugirt und u eingeschrieben sind; oder also: Enthält

1) Bd. 86 (1879) S. 297.

ein Kegel 2. Ordnung (Asymptotenkegel von U) drei Gerade, welche conjugirte Durchmesser einer andern concentrischen Fläche 2. Ordnung V sind, so gibt es unendlich viele Tripel solcher Geraden auf dem Kegel und zwar einfach unendlich viele; jede Erzeugende des Kegels ist Gerade eines solchen Tripels. Da nun die Geraden der einen und der andern Kegelschaar eines Hyperboloids zu den Erzeugenden des Asymptotenkegels parallel sind, so folgt: Enthält das Hyperboloid U drei Gerade einer Schaar, die zu drei conjugirten Durchmessern einer andern Fläche V parallel sind, so enthält das Hyperboloid unendlich viele solche Tripel, d. h. alle Geraden der einen Schaar (und der andern) lassen sich in solche Tripel zusammenfassen. Ein Tripel der einen Schaar und das ihm parallele der andern Schaar bilden sechs Kanten eines durch sie bestimmten Parallelepipeds.

Ist V eine Kugel, so ist U ein „gleichseitiges" Hyperboloid. Nun können wir aber ein solches Hyperboloid durch affine Transformation in irgend ein anderes *geradliniges* Hyperboloid überführen. Parallele Gerade des Hyperboloids transformiren sich hiebei wieder in parallele Gerade des neuen Hyperboloids und ein Tripel von Normalstrahlen transformirt sich in ein Tripel von Strahlen parallel zu einem Tripel conjugirter Durchmesser der aus V transformirten Fläche. Da bei dieser Transformation das Verhältniss der Volumina sich erhält, so folgt nach dem Satze von Herrn Vogt: Sind drei Gerade auf einem beliebigen Hyperboloid U parallel zu drei conjugirten Durchmessern einer Fläche V, so lassen sich die Geraden einer Regelschaar auf U in solche Tripel zusammenfassen, welche zu je drei conjugirten Durchmessern von V parallel sind; jedes solche Tripel von Geraden und die ihm parallelen der andern Schaar bilden sechs Kanten eines Parallelepipeds von constantem Volumen.

Digitized by Google

Nun ist aber zu bemerken [illegible] selben Dreieck ein ganzes Netz von [illegible] hört, welche das Dreieck zum [illegible] man zwei beliebige Dreiecke, die einem [illegible] schrieben sind, so lassen sich dieselben [illegible] Dreiecke eines bestimmten Kegelschnitts [illegible] beliebige Tripel von Erzeugenden eines [illegible] mithin angesehen werden als zwei Tripel [illegible] messer einer bestimmten concentrischen Fläche [illegible] und es sind also auch zwei beliebige Tripel von Erzeugenden einer Regelschaar auf einem Hyperboloid [illegible] zwei Tripel conjugirter Durchmesser einer Fläche [illegible] nung; dann sind zugleich [illegible] Tripel in der Regelschaar des Hyperboloids [illegible].

Diess in Verbindung mit dem vorigen [illegible] dass, wenn wir zwei beliebige Tripel einer [illegible] wählen, jedes dieser Tripel mit den Parallelen der andern Schaar ein Parallelepiped von constantem Volumen [illegible]. Wir gelangen so zu dem ebenso einfachen als allgemeinen Satze, welcher auffallender Weise bisher nicht bemerkt worden zu sein scheint, nämlich:

Irgend drei Gerade einer Regelschaar auf einem beliebigen Hyperboloid und die drei zu ihnen Parallelen der andern Schaar bestimmen ein Parallelepiped von constantem Volumen.

Diese Eigenschaft kommt also nicht nur dem speciellen gleichseitigen Hyperboloid und auf diesem bestimmten Tripeln von Geraden zu, sondern gilt allgemein für jedes Hyperboloid und irgend drei Geraden auf demselben.

Dieses Resultat lässt sich leicht analytisch bewahrheiten. Ist

---

2) Chasles, Sect. con. Nr. 216, S. 141.

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1 \qquad (1)$$

die Gleichung des Hyperboloids,

$$\left.\begin{aligned} \frac{x}{a} - \frac{z}{c} &= \lambda\left(1 - \frac{y}{b}\right) \\ \frac{x}{a} + \frac{z}{c} &= \frac{1}{\lambda}\left(1 + \frac{y}{b}\right) \end{aligned}\right\} \mathrm{I} \qquad \left.\begin{aligned} \frac{x}{a} - \frac{z}{c} &= \mu\left(1 + \frac{y}{b}\right) \\ \frac{x}{a} + \frac{z}{c} &= \frac{1}{\mu}\left(1 - \frac{y}{b}\right) \end{aligned}\right\} \mathrm{II}$$

die Gleichungen der beiden Regelschaaren auf demselben, so ergeben sich für den Durchschnittspunkt einer Geraden λ mit einer Geraden μ die Coordinaten

$$x = a \cdot \frac{\lambda\mu + 1}{\lambda + \mu}, \quad \eta = b\,\frac{\lambda - \mu}{\lambda + \mu}, \quad z = -\,c \cdot \frac{\lambda\mu - 1}{\lambda + \mu}.$$

Betrachten wir nun irgend ein windschiefes Viereck auf dem Hyperboloid, gebildet von den 4 Geraden λ_1, μ_2, λ_3, μ_4, (die Geraden der einen und der andern Schaar sind hier durch ihre Paramater bezeichnet), und sind A, B, C, D die Durchschnittspunkte je zwei aufeinanderfolgender dieser Geraden, O der Mittelpunkt des Hyperboloids, so ist das Volumen des Tetraeders O A B D

$$\frac{1}{6} \cdot \frac{a\,b\,c}{(\lambda_1 + \mu_2)(\mu_2 + \lambda_3)(\lambda_1 + \mu_4)} \begin{vmatrix} \lambda_1\mu_2 + 1 & \lambda_1 - \mu_2 & \lambda_1\mu_2 - 1 \\ \lambda_3\mu_2 + 1 & \lambda_3 - \mu_2 & \lambda_3\mu_2 - 1 \\ \lambda_1\mu_4 + 1 & \lambda_1 - \mu_4 & \lambda_1\mu_4 - 1 \end{vmatrix}$$

$$= \frac{1}{3}\,a\,b\,c \cdot \frac{(\mu_2 - \mu_4)(\lambda_1 - \lambda_3)}{(\lambda_3 + \mu_2)(\lambda_1 + \mu_4)} \qquad (2)$$

Die Bedingung, dass eine Gerade μ der Geraden λ der andern Schaar parallel sei, ist

$$\mu = -\,\lambda.$$

Sind mithin λ_3 und μ_4 zwei parallele Gerade, so ist das Volumen des Tetraeders $= \frac{1}{3}$ a b c. Also: das Volumen

des Tetraeders gebildet von dem Mittelpunkt O, dem Durchschnitt irgend zweier Geraden λ, μ und den 2 Punkten, wo diese zwei Geraden von irgend zwei zu einander parallelen Geraden des Hyperboloids geschnitten werden, ist constant $= \frac{1}{3}$ a b c.

Das Parallelepiped gebildet von irgend drei Geraden λ_1, λ_2, λ_3 und ihren Parallelen der andern Schaar zerlegt sich in Tetraeder dieser Art und ihnen an Volumen gleiche, so dass das Volumen eines solchen Parallelepipeds

$$= 4\,\mathrm{a\,b\,c}$$

sich ergibt.

Nebenbei zeigt die Formel 2), dass das Volumen des Tetraeders O A B D nur abhängt von dem Doppelverhältniss der vier Parameter $\lambda_1, -\mu_2, \lambda_3, -\mu_4$. Sind mithin λ_2 und λ_4 die Parameter, der zu den Geraden μ_2 und μ_4 Parallelen der andern Schaar, so hängt das Volumen des Tetraeders nur von dem Doppelverhältniss der vier Geraden $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ ab, d. i. von der Grösse $\frac{\lambda_1 - \lambda_3}{\lambda_1 - \lambda_4} : \frac{\lambda_2 - \lambda_3}{\lambda_2 - \lambda_4}$, die wir mit k bezeichnen wollen. Da sich der Werth dieses Doppelverhältnisses nicht ändert, wenn man λ_1, λ_2 mit λ_3, λ_4 vertauscht, so ersieht man, dass das Tetraeder O C B D das gleiche Volumen besitzt, also

$$\text{Tetr. O A B D} = \text{Tetr. O C B D} = \frac{1}{3}\,\mathrm{a\,b\,c\,.\,k}.$$

Hält man die beiden Geraden λ_1, μ_2 fest, und ändert λ_3, μ_4, so verrücken sich die Punkte B, D auf λ_1 und μ_2, aber die zwei Tetraeder bleiben sich dem Volumen nach gleich, wie weit auch der Durchschnitt C von λ_3 und μ_4 hinausrücke. Hiebei ist zu bemerken, dass wenn C ins Unendliche rückt, indem die zwei Geraden λ_3, μ_4 parallel werden, zu-

Digitized by Google

gleich die Ebene der zwei Geraden durch den Mittelpunkt O geht, so dass das Volumen des Tetraeders OCBD in diesem Grenzfall den Ausdruck $o \cdot \infty$ annimmt; während die Grenze, welcher sich die Volumina der beiden Tetraeder hiebei nähern, $= \frac{1}{3}$ a b c ist, indem k = 1 wird.

Die beiden Tetraeder O A B C und O A D C sind ebenfalls gleich, aber der Anordnung der Geraden entsprechen hier die gleichen Doppelverhältnisse ($\lambda_1 \lambda_4 \lambda_3 \lambda_2$) und ($\lambda_2 \lambda_3 \lambda_1 \lambda_4$), deren Werth $= -\frac{k}{1-k}$ ist. Man hat also

$$\text{Tetr. } O A B C = \text{Tetr. } O A D C = -\frac{1}{3}\, a\, b\, c\, \frac{k}{1-k}$$

Hieraus ergibt sich sodann auch das Volumen des Tetraeders A B C D selbst, das von vier beliebigen Geraden des Hyperboloids bestimmt wird, nämlich

$$\text{Tetr. } A B C D = \frac{2}{3}\, a\, b\, c \left(k - \frac{k}{1-k}\right)$$

$$= -\frac{2}{3}\, a\, b\, c\, \frac{k^2}{1-k}$$

Dieser Ausdruck ändert sich nicht, ob man die Geraden des Vierecks in der einen oder der entgegengesetzten Richtung zählt, da bei Umkehr der Richtung nur k in $-\frac{k}{1-k}$ übergeht.

Sind die vier Geraden λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 harmonisch, also $k = -1$, so hat auch dieses Tetraeder das Volumen $\frac{1}{3}$ a b c.

Oeffentliche Sitzung

zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes
Seiner Majestät des Königs Ludwig II.
am 28. Juli 1880.

Wahlen.

Die in der allgemeinen Sitzung am 23. Juni 1880 vorgenommene Wahl neuer Mitglieder erhielt die Allerhöchste Bestätigung und zwar:

A. Als Ausserordentliches Mitglied:

Dr. Emil Fischer, ausserordentlicher Professor an der Universität München.

B. Als Auswärtige Mitglieder:

1) Dr. Moriz Stern, ordentlicher Professor an der Universität Göttingen;

2) Wilhelm Gottlieb Hankel, ordentlicher Professor an der Universität Leipzig;

3) Gustav Wiedemann, ordentlicher Professor an der Universität Leipzig;

4) Dr. Julius von Sachs, ordentlicher Professor an der Universität Würzburg;

5) William Thomson, Professor in Edinburgh.

Digitized by Google

C. Korrespondirende Mitglieder:

1) Dr. Leo Königsberger, ordentlicher Professor an der Universität Wien;
2) Dr. Wilhelm Pfeffer, Professor in Tübingen;
3) Dr. Simon Schwendener, Professor in Berlin;
4) Dr. Eduard Suess, Professor an der Universität Wien

Digitized by Google

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der Redaktion des Archivs der Mathematik in Greifswald:

Archiv der Mathematik und Physik. Theil 65. Leipzig 1880. 8°.

Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Bd. 29. Jahrg. 1879. 1880. 8°.

Vom astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam:

Publicationen. Bd. I. 1879. 4°.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Bern:

Mittheilungen aus dem Jahr 1878 und 1879. 1879—80. 8°.

Von der schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Jahrg. 1878 und 1879 mit Suppl. 1879. 8°.

Vom naturwissenschaftlichen Verein an der k. k. technischen Hochschule in Wien:

Berichte. IV. 1879. 8°.

Von der k. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Berichte über die Verhandlungen. Mathem.-physik. Cl. 1879 1880. 8°.

Von der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat.

Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. I. Serie. Bd. VIII. Lief. 4. 1879. 8°.

Vom Verein der Mathematiker und Physiker in Prag:

Časopis. Vol. IX. 1879—80. 8°.

Von der Société des sciences de la Basse-Alsace in Strassburg:

Bulletin trimestriel. Tom. XIV. 8°.

Von der Videnskabs-Selskab in Christiania:

a. Enumeratio insectorum Norvegicorum fasc. V auctore H. Siebke defuncto ed J. Sparre Schneider. Pars. I. 1880. 8°.

b. Bidrag til kundskaben om Norges arktiske Fauna. I. Mollusca. Af G. O. Sars. 1878. 8°.

Von der American Geographical Society in New-York:

Bulletin. 1880. 1879—80. 8°.

Vom Observatoire météorologique in Upsala:

Bulletin mensuel. Vol. XI. Année 1879. 1879—80. 4°.

Vom Department of the Interior in Washington:

11th annual Report of the U. S. Geological Survey for the year 1877. 1879. 8°.

Von der Società dei Naturalisti in Modena:

Annuario. Anno XIV. disp. 1 e 2. 1880. 8°.

Digitized by Google

Von der R. Accademia dei Lincei in Rom:

Atti. Anno 276. 1878—79. Memorie. Classe di scienze fisiche. Vol. 3. 4. 1879. 4°.

Von der Société d'agriculture in Lyon:

Annales. V. Serie. 1878. Mit einem Atlas in folio. 1878 bis 80. 8°.

Von der Société Linnéenne in Lyon:

Annales. Année 1877. 1878. Tom. 24. 25. 1878. 8°.

Von der Académie des sciences in Lyon:

a. Mémoires. Classe des Sciences. Tom. 23. 1878—79. 8°.
b. Réforme de la Nomenclature botanique par Saint-Lager. 1880. 8°.

Von der Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. IX. 1879. 8°.

Von der zoologischen Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. II. Leipzig. 1880. 8°.

Von der Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

Report on the Administration in 1878—79. 1879. fol.

Vom Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

Meteorological Registers. Febr. & March 1879. 1880. fol.

Digitized by Google

Vom Herrn Giuseppe Poggioli in Rom:

Lavori in opera di scienze naturali del già Professore Michelangelo Poggioli. 1880. 8°.

Von der Madame P. Marquise de Colbert Chabanais à Paris:

Oeuvres complètes de Laplace. Vol. I—III. 1878. 4°.

Digitized by Google

Sach-Register.

Aschen, deren Verschiedenheit einzelner Pflanzentheile 523.

Enhydros (Chalcedonmandeln) 241.
Ethnographisches Museum 497.

Geognostische Mittheilungen aus den Alpen 164. 542.
Gletscherschlamm, dessen Ursprung 529.

Hand des Menschen und der Affen 485.
Hyperboloid gradlinige 635.

Lichtenberg'sche Figuren 624.
Luftwechsel natürlicher, dessen Theorie 33.

Milzbrandcontagium, dessen Erzeugung 368.
Milzbrand durch Einathmung 414.
Modulfunctionen elleptische, deren Theorie 89.

Nekrologe 263.
Normalformen des elleptischen Integrals 533.

Phenylmilchsäure 123.
Physik der Atmosphäre 107.

Pilze niedere, deren Ernährungschemismus 277.
Polarisation galvanische, deren Natur 429.

Reisen in Indien und Hochasien 1.
Relationen zwischen Klassenzahlen binärer Formen 147.

Thonschiefer, eocenen, 461.

Wärmetönung bei Fermentwirkungen 129.

Digitized by Google

Namen-Register.

Bauer 635.
v. Bauernfeind 107.
v. Beetz 429.
v. Bezold 623.
v. Bischoff 485.
Brandt (Nekrolog) 274
Buchner 368. 414.

Cota (Nekrolog) 272.

Dove (Nekrolog) 268.

Erlenmeyer 123.

Fischer (Wahl) 641.

Ginster 147.
Grisebach (Nekrolog) 270.
Gümbel 164. 241. 461. 542.

Hankel (Wahl) 641.

Klein 89. 147. 533.
v. Kobell 263.
Königsberger (Wahl) 642.

v. Lamont (Nekrolog) 263.

Digitized by Google

Mohr (Nekrolog) 266.

v. **Nägeli** 129. 277. 368. 414

v. **Pettenkofer** 33.
Pfaff 461.
Pfeffer (Wahl) 642.

Recknagel 33.

v. **Sachs** (Wahl) 641.
v. **Schlagintweit-Sakünlünski** 1. 497.
Schwendener (Wahl) 642.
Stern (Wahl) 641.
Suess (Wahl) 642.

Thomson (Wahl) 641.

Vogel 523. 529.

Wiedemann (Wahl) 641.

---

d by Google

Digitized by Google

Google

157
063 K.b.Akademie der wis
M966m Sitzungsberichte
physikalischen cla
NAME
DATE
Stanford University Libraries
3 6105 005 431 445
Digitized by Google

Digitized by Google